



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA



MARIA JACQUELINE GOMES DE BARROS

**ESTRUTURA DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES EM NAUFRÁGIOS RECÉM-
AFUNDADOS NA PLATAFORMA DE PERNAMBUCO, BRASIL**

RECIFE

2017

MARIA JACQUELINE GOMES DE BARROS

**ESTRUTURA DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES EM NAUFRÁGIOS RECÉM-
AFUNDADOS NA PLATAFORMA DE PERNAMBUCO, BRASIL**

Monografia apresentada ao Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco como pré-requisito para a conclusão do curso de Bacharelado em Oceanografia.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisabeth de Araújo

Coorientador: MSc Daniel Lino Lippi

RECIFE

2017

MARIA JACQUELINE GOMES DE BARROS

**ESTRUTURA DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES EM NAUFRÁGIOS RECÉM-AFUNDADOS
NA PLATAFORMA DE PERNAMBUCO, BRASIL**

Monografia apresentada ao Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco como pré-requisito para a conclusão do curso de Bacharelado em Oceanografia.

Aprovada em: 13/12/2017

Nota: 9,5

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Maria Elisabeth de Araújo (orientadora) - UFPE

Prof. Dr. João Lucas Leão Feitosa (titular) - UFPE

MSc José Renato Mendes de Barros Correia (titular) - UFPE

Dr. Ana Lúcia Bertoldi Gaspar (suplente)

Recife, 13 de Dezembro de 2017.

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

- B277e Barros, Maria Jacqueline Gomes de.
Estrutura das assembleias de peixes em naufrágios recém-afundados na plataforma de Pernambuco, Brasil / Maria Jacqueline Gomes de Barros. - 2017.
53 folhas, il., tab., abr., sigl.
- Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Elisabeth de Araújo.
Coorientador: MSc, Daniel Lino Lippi.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Oceanografia, 2017.
Inclui Referências e Apêndices.
1. Oceanografia. 2. Virgo. 3. Bellatrix. 4. Phoenix. 5. Censo visual. 6. Estrutura trófica. I. Araújo, Maria Elisabeth de (Orientadora). II. Lippi, Daniel Lino (Coorientador). III. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG/2018-224

Ao meu pai Valdeci e minha mãe Eva (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar eu agradeço a Deus por tudo que ele fez e faz na minha vida.

Agradeço ao meu pai, Valdeci, por seu amor e apoio incondicional, por acreditar nos meus sonhos e me incentivar diariamente a batalhar por eles. Agradeço também a minha mãe Eva, que está sempre viva em meu coração durante todos os momentos da minha vida e que me ajudou a ser a mulher que sou hoje. Agradeço ao meu namorado, Rick, por todos esses anos de companheirismo, alegrias, incentivos, lutas e superações.

Gostaria de agradecer a minha orientadora, Beth, a quem possuo enorme admiração profissional e pessoal, por todos os ensinamentos incríveis, todas as oportunidades e por me inspirar tanto. Ao meu coorientador, Daniel, o qual também é uma grande inspiração para mim, por toda sua ajuda, atenção e paciência. A todos integrantes e ex-integrantes do IMAT, por todo acolhimento, momentos maravilhosos e toda ajuda, especialmente a Cabelo, minha dupla oficial de mergulho e censo de peixes, e a Felipe Bastos.

Agradeço também ao Henrique Maranhão, pela oportunidade incrível de participar do monitoramento dos naufrágios, por todo seu cuidado e atenção. Agradeço a Aquáticos e toda sua equipe pelo apoio operacional e cuidado nos mergulhos.

Por fim, agradeço a toda minha família, a todos os meus professores nesses últimos sete anos, todos os amigos, colegas e ao meu casal de cães.

RESUMO

Naufrágios são embarcações que foram totalmente ou parcialmente afundados no mar, por motivos intencionais ou acidentais, e são reconhecidos como um tipo de recife artificial. Dentre os fatores que podem influenciar na estrutura da assembleia íctia em recifes artificiais estão a profundidade, a proximidade com outros recifes, a complexidade e o tamanho da estrutura. Em fevereiro de 2017 foram naufragados os rebocadores Bellatrix, Phoenix, São José e Virgo na plataforma continental de Pernambuco, Brasil. O Bellatrix e o Phoenix foram afundados no mesmo dia e no mesmo local (40 m de distância entre eles), em uma profundidade de aproximadamente 31 metros, e o Virgo foi naufragado na semana seguinte em uma profundidade menor (25 m) e a uma distância de nove metros do naufrágio Taurus (afundado em 2006). Sabendo-se que é possível que ocorra atração de peixes entre recifes próximos um do outro, foi objetivo principal deste trabalho testar a hipótese nula de que não há diferença significativa entre as assembleias íctias, entre os descritores ecológicos (número de espécies, densidade total média, diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou) e entre as estruturas tróficas dos naufrágios Virgo, Phoenix e Bellatrix e dos estratos areia e convés. Foram realizados 24 censos visuais (método transecto de faixa) igualmente distribuídos entre os estratos de cada naufrágio durante os meses de fevereiro, março, maio e outubro de 2017. No total, foram identificadas 59 espécies pertencentes a 28 famílias. As análises estatísticas mostraram que há diferença significativa entre as assembleias de peixes dos naufrágios e dos estratos. A assembleia de peixes do Virgo é a que se diferencia das demais, apresentando maior número de espécies de peixes e maiores valores dos descritores ecológicos. Também foi encontrada diferença significativa entre as estruturas tróficas da ictiofauna dos naufrágios. Acredita-se que essas diferenças sejam devidas principalmente à provável atração de peixes do Taurus para o Virgo, indicando que os naufrágios funcionam como atratores. Desta forma, para o planejamento de futuros afundamentos intencionais é melhor afundar novas embarcações próximas a naufrágios antigos, pois o estabelecimento da assembleia de peixes é mais rápido.

Palavras-chave: Virgo. Bellatrix. Phoenix. Censo visual. Estrutura trófica.

ABSTRACT

Shipwrecks are vessels that have been totally or partially sunk in the sea, for intentional or accidental reasons, and are recognized as a type of artificial reef. Among the factors that can influence the structure of the assemblage in artificial reefs are depth, proximity to other reefs, complexity and size of structure. In February 2017 the Bellatrix, Phoenix, São José and Virgo vessels were shipwrecked on the continental shelf of Pernambuco, Brazil. The Bellatrix and Phoenix were sunk on the same day and at the same site (40 m distance between them), at a depth of approximately 31 meters, and Virgo was shipwrecked in the following week at a lower depth (25 m) and at a distance of nine meters from the Taurus wreck (sunk in 2006). Considering that it is possible to attract fish between reefs close to each other, it was the main objective of this work to test the null hypothesis that there is no significant difference between the fish assemblages, among the ecological descriptors (number of species, average total density, Shannon-Wiener diversity, and Pielou equitability) and between the trophic structures of the Virgo, Phoenix and Bellatrix wrecks and the sand and deck strata. A total of 24 visual censuses (transects) were equally distributed among the strata of each shipwreck during the months of February, March, May and October 2017. A total of 59 species belonging to 28 families were identified. Statistical analysis showed that there is a significant difference between the fish assemblages of the wrecks and the strata. The Virgo fish assemblage is the one that differs from the others, presenting a greater number of fish species and higher values of the ecological descriptors. It was also found a significant difference between the trophic structures of the shipwrecks' ichthyofauna. It is believed that these differences are mainly due to the attraction of fish from Taurus to Virgo, indicating that wrecks function as attractors. Thus, in order to plan future intentional sinkings, it is better to sink new vessels near old wrecks, since the establishment of the fish assemblage is faster.

Key words: Virgo. Bellatrix. Phoenix. Visual census. Trophic structure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Área de estudo evidenciando os naufrágios Virgo, Bellatrix e Phoenix na plataforma continental de Pernambuco, Brasil	17
Figura 2 - Desenho amostral	18
Figura 3 - Número de espécies de peixes	23
Figura 4 - Densidade dos peixes	24
Figura 5 - Diversidade de Shannon-Wiener (H').....	25
Figura 6 - Equitabilidade de Pielou (J').....	26
Figura 7 - nMDS dos dados de densidade (ind.100m ⁻²) da assembleia íctia entre os fatores “naufrágio” (Virgo, Bellatrix e Phoenix) e “estrato” (areia e convés).....	27
Figura 8 - Densidade relativa (%) das espécies de peixes mais representantes de cada categoria trófica	30
Figura 9 - Densidade total (ind.100m ²) (média ± desvio padrão) das categorias tróficas por naufrágios incluindo a espécie formadora de cardume <i>Haemulon aurolineatum</i>	30
Figura 10 - Densidade (ind.100m ²) (média ± desvio padrão) das categorias tróficas por naufrágios excluindo a espécie formadora de cardume <i>Haemulon aurolineatum</i>	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados da “Two-way” PERMANOVA da assembleia íctia entre os naufrágios e estratos	28
Tabela 2 - Resultados do SIMPER das 10 espécies de peixes que mais contribuíram para dissimilaridade entre o Phoenix e o Virgo.	28
Tabela 3 - Resultados do SIMPER das 10 espécies de peixes que mais contribuíram para dissimilaridade entre o Bellatrix e o Virgo.	29
Tabela 4 - Resultados do SIMPER das 10 espécies de peixes que mais contribuíram para dissimilaridade entre os estratos naufrágios.....	29
Tabela 5 - Resultados da “Two-way” PERMANOVA das categorias tróficas da assembleia íctia entre os naufrágios e estratos.....	32
Tabela 6 - Resultados do SIMPER das categorias tróficas que mais contribuíram para dissimilaridade entre o Phoenix e o Virgo.	32
Tabela 7 - Resultados do SIMPER das categorias tróficas que mais contribuíram para dissimilaridade entre o Bellatrix e o Virgo.	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAR - Carnívoros

CIM - Comedores de invertebrados móveis

CIS - Comedores de invertebrados sésseis

H' - Diversidade de Shannon-Wiener

HE - Herbívoros errantes

HT - Herbívoros territorialistas

J' - Equitabilidade de Pielou

ONI - Onívoros

PIS - Piscívoros

PLC - Planctívoros

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	15
	2.1 Objetivo Geral	15
	2.2 Objetivos Específicos	15
3	METODOLOGIA.....	16
	3.1 Área de Estudo.....	16
	3.2 Coleta de Dados.....	17
	3.3 Análise de Dados	19
4	RESULTADOS	21
5	DISCUSSÃO	34
6	CONCLUSÕES.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40
	APÊNDICE A - Densidade das espécies de peixes.....	44
	APÊNDICE B - Frequência de ocorrência das espécies de peixes	49

1 INTRODUÇÃO

Recifes artificiais podem ser definidos como estruturas que são colocadas propositalmente no fundo do mar para influenciar os processos físicos, biológicos e geológicos, sendo amplamente reconhecidos como habitat para peixes (SEAMAN; JENSEN, 2000). Em geral, recifes artificiais podem funcionar como barreira para a proteção costeira e costumam ser utilizados como medidas mitigatórias de ações antropogênicas ligadas à conservação ambiental, visando aumentar a área de pesca e incentivar atividades recreativas como pesca recreativa e mergulho (GOLANI; DIAMANT, 1999; BAINE, 2001; SVANE; PETERSEN, 2001).

Naufrágios são embarcações, aviões ou outros objetos de dimensões notáveis, que estão totalmente ou parcialmente submersos no mar por motivos intencionais ou por acidentes (CONSOLI *et al.*, 2015). A superfície rígida do naufrágio serve como habitat para o assentamento de fauna e flora, e o acúmulo destes assentamentos de organismos marinhos cria estruturas complexas e disponibiliza recursos alimentares e abrigo para as assembleias de peixes (SEAMAN, 2007).

Muitos países começaram a criar recifes artificiais para aumentar a produção pesqueira devido à redução na pesca, resultante da degradação do ambiente marinho por causas humanas e naturais (KUMAR; GEETHA, 2012). No Brasil, na costa do estado do Espírito Santo, em 2003, foi naufragado propositalmente o maior navio no Brasil, o cargueiro Victory 8B, com 90 metros de comprimento (SIMON, 2010). Em Pernambuco há o registro de aproximadamente 200 naufrágios ao longo de seus 187 km de costa (SANTOS *et al.*, 2010).

Em 2006, iniciou-se o Projeto Parque dos Naufrágios Artificiais de Pernambuco (PNAPE), que monitorou por dois anos o processo de colonização de peixes dos naufrágios recém-afundados Taurus, Saveiros e Mercurius, e onde foi observada uma provável estabilidade após 10 meses do afundamento (SANTOS *et al.*, 2008). Em 2017, mais quatro rebocadores foram afundados intencionalmente, dos quais três (São José, Bellatrix, Phoenix) foram afundados a 31 metros de profundidade, em um mesmo dia, no mesmo local, pois a distância entre eles é de poucos metros, e o quarto rebocador (Virgo) naufragou uma semana depois destes três afundamentos, e ficou posicionado a 25 metros de profundidade, próximo (nove metros de distância) ao naufrágio Taurus (afundado em 2006).

Os estudos em recifes artificiais têm abrangido diversos assuntos como ecologia e gestão pesqueira, ecologia geral, maricultura, proteção de habitat, monitoramento, mergulhos

recreativos, proteção costeira e desenvolvimento (SIMON *et al.*, 2011). A maioria das pesquisas foi realizada na plataforma do Atlântico, do Mediterrâneo da Europa e também ao longo da costa dos Estados Unidos e Japão (SANTOS *et al.*, 2010). Nos trabalhos em Pernambuco, entre as famílias mais representativas em número de espécies nos naufrágios estão: Haemulidae, Labridae, Carangidae e Lutjanidae (COXEY, 2008; LIPPI, 2011; MARANHÃO, 2011). Em relação as famílias mais abundantes nos naufrágios de Pernambuco encontram-se a Haemulidae, Labridae, Carangidae e Pempheridae (COXEY, 2008).

Em pesquisas que comparam a densidade íctia entre as assembleias de recifes, é possível encontrar diferenças nas densidades relacionadas ao tamanho (COELHO *et al.*, 2012) e complexidade do recife, onde quanto mais complexa for a estrutura maior a densidade e diversidade do ambiente (KOECK *et al.*, 2011; COELHO *et al.*, 2012). Há casos em que o fator determinante na estrutura da assembleia de peixes pode não ser o nível de complexidade do naufrágio (CONSOLI *et al.*, 2013) e sim a diferença entre os estratos (areia e convés) do mesmo, onde a parte superior (convés), mais exposta a correntes, tem maior influência na distribuição das espécies (SINOPOLI, *et al.*, 2015).

A profundidade também é outro fator importante na estrutura da assembleia íctia, que influencia significativamente as guildas tróficas (SIMON *et al.*, 2013). Com o aumento da profundidade, a abundância de peixes piscívoros e carnívoros pode aumentar, enquanto que a de comedores de invertebrados móveis diminui (FRIEDLANDER; PARRISH, 1998). Em relação aos peixes herbívoros, estes podem estar positivamente relacionados à profundidade (FLOETER *et al.*, 2007) ou negativamente (FRIEDLANDER; PARRISH, 1998). Essa contradição é devida à possibilidade de que dependendo do ambiente, a cobertura de algas pode ser limitada pela pressão dos herbívoros, ou os herbívoros serem sustentados pela alta disponibilidade de algas (SIMON *et al.*, 2013).

Em recifes recém-afundados ocorre um processo de colonização, onde é possível encontrar duas fases: na primeira (aproximadamente nos seis meses iniciais) a colonização por poucas espécies é rápida, onde a diversidade é baixa, mas o número de indivíduos é alto, na segunda ocorre um declínio moderado na assembleia, seguido por um nivelamento (GOLANI; DIAMANT, 1999). O tamanho do cardume de algumas espécies diminui, mas o número de espécies se mantém relativamente constante e a diversidade aumenta significativamente (GOLANI; DIAMANT, 1999).

A atração de peixes entre recifes próximos um do outro é comum e representa mais um fator que pode alterar a estrutura da assembleia íctia (MOBERG; RÖNNBÄCK, 2003; SIMON *et al.*, 2011). Devido à proximidade de nove metros do Virgo e do Taurus e a

diferença de profundidade entre o Virgo (25 m) e o Bellatrix e o Phoenix (ambos a 31 m de profundidade), espera-se encontrar a assembleia íctia do Virgo diferente das assembleias de peixes do Phoenix e do Bellatrix. Diante disto, neste trabalho foi testada a hipótese nula de que não há diferença significativa entre as assembleias íctias, entre os descritores ecológicos (número de espécies, densidade total média, diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou) e entre as estruturas tróficas dos naufrágios Virgo, Phoenix e Bellatrix e dos estratos areia e convés.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é caracterizar e comparar a estrutura da assembleia íctia presente nos naufrágios Virgo, Bellatrix e Phoenix e nos estratos areia e convés durante os primeiros oito meses de afundamento.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar e contabilizar as espécies de peixes encontradas nos diferentes naufrágios (Virgo, Bellatrix e Phoenix) e estratos (areia e convés);
- Comparar a densidade total de indivíduos, número de espécies, Equitabilidade de Pielou (J') e Diversidade de Shannon-Wiener (H') das assembleias íctias entre os três naufrágios, estratos e meses de amostragem (a fim de identificar distintos períodos de colonização);
- Comparar a densidade média (ind.100m⁻²) e frequência de ocorrência das espécies de peixes para os diferentes naufrágios e estratos;
- Verificar se há diferenças significativas entre as assembleias íctias associadas aos diferentes naufrágios e estratos, e identificar quais espécies mais contribuíram para as diferenças observadas;
- Classificar as espécies em categorias de acordo com seus hábitos alimentares e comparar a estrutura trófica das assembleias íctias entre os naufrágios e estratos.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

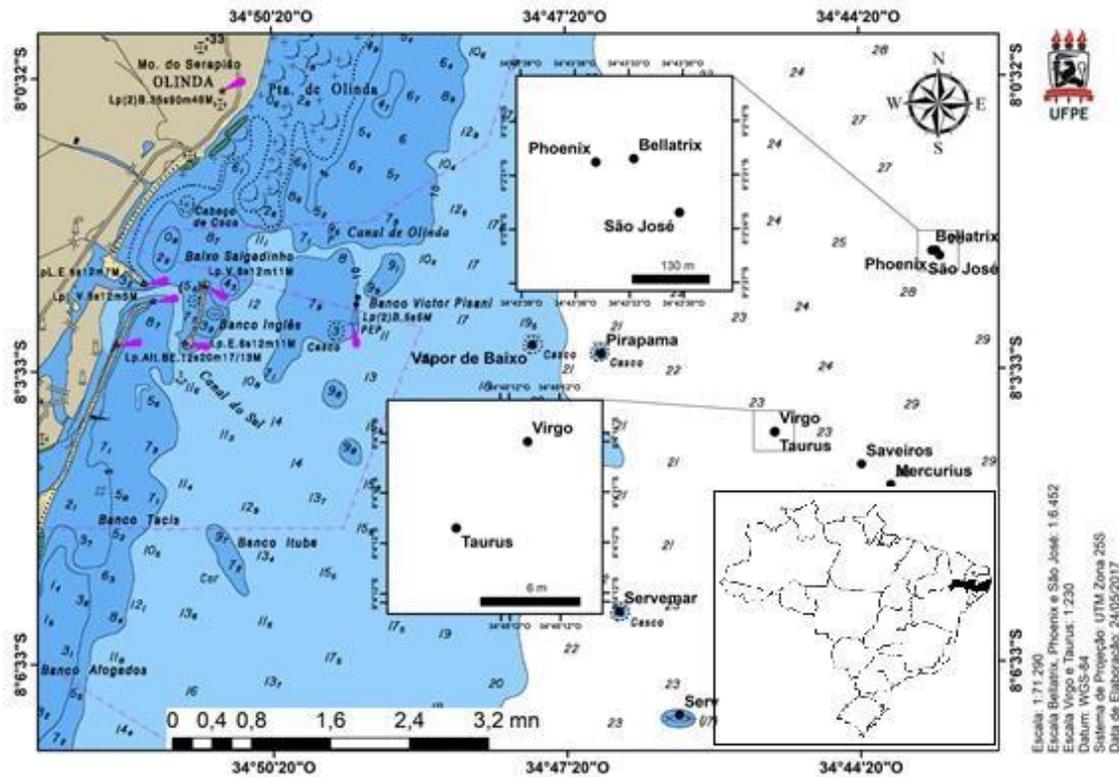
O presente trabalho foi realizado na plataforma continental de Pernambuco, nos naufrágios Phoenix, Bellatrix (afundados em 08 de fevereiro de 2017) e Virgo (naufragado em 16 de fevereiro de 2017) (**Figura 1**).

O Estado de Pernambuco apresenta uma plataforma continental caracterizada por pouca profundidade, declive suave, largura reduzida (média de 35 km), quebra da plataforma entre 50 e 60 metros de profundidade, salinidade elevada, águas relativamente quentes e cobertura sedimentar composta por sedimentos terrígenos e carbonáticos biogênicos (MANSO *et al.*, 2003). Em frente ao Recife, a plataforma é estreita (cerca de 37 km), marcada por margens com topografia irregular, mas com poucos declives na sua totalidade (KEMPF *et al.*, 1967/9).

O clima na área do Recife é quente e úmido, com uma temperatura média de 26 °C e precipitação média de 1,720 mm (CAVALCANTI; KEMPF, 1967/9). A distribuição da pluviometria define duas estações: a seca, entre os meses de setembro e fevereiro, com precipitação abaixo de 100 mm, temperaturas mais elevadas e ventos mais fracos, e a chuvosa, entre março e agosto, apresentando precipitação acima de 100 mm, temperaturas mais baixas e ventos mais fortes de origem sul-sudeste (CAVALCANTI; KEMPF, 1967/9).

Os três naufrágios estudados são rebocadores de aço e estão afundados em sua posição de navegação. O Virgo é o menor entre eles, apresenta 25 metros de comprimento e 10 metros de altura, está localizado em 08° 04.193' sul e 034° 45.196' oeste, a aproximadamente 10 quilômetros da costa, 25 metros de profundidade e a nove metros de distância do Taurus. Este último foi afundado em 2006, possui 24 metros de comprimento, sete metros de altura, também é feito de aço e está a 25 metros de profundidade (HAZIN *et al.*, 2007).

Figura 1 - Área de estudo evidenciando os naufrágios Virgo, Bellatrix e Phoenix na plataforma continental de Pernambuco, Brasil.



Fonte: www.mar.mil.br/dhn/chm/box-cartas-raster/raster_disponiveis.html editado por José Renato Correia.

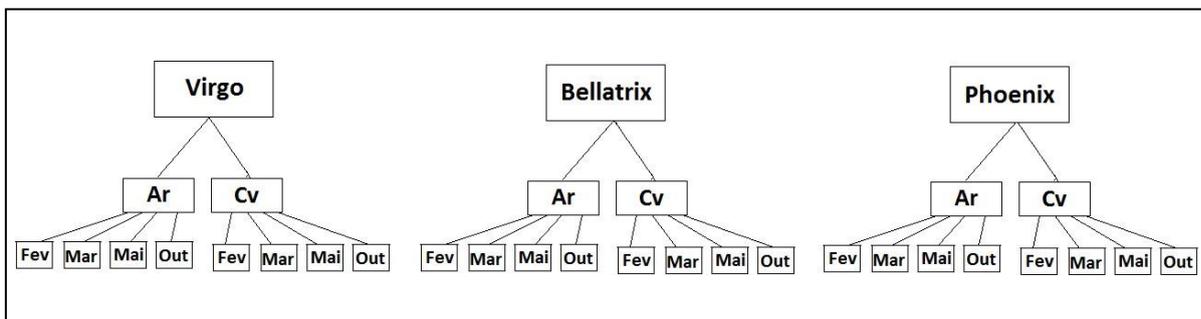
O Bellatrix (08° 02.335' sul, 034° 43.542' oeste) e o Phoenix (08° 02.388' sul, 034° 43.577' oeste) estão a 31 metros de profundidade e aproximadamente 12 quilômetros da costa. Ambos possuem 30 metros de comprimento, 15 metros de altura e estão ligados um ao outro por um cabo de 40 metros de comprimento.

3.2 Coleta de dados

Foram realizados levantamentos das espécies de peixes em cada naufrágio durante os primeiros oito meses após os afundamentos, nos meses de fevereiro, março, maio e outubro de 2017, através de censos visuais subaquáticos. Durante o período chuvoso não foi possível realizar os levantamentos devido às condições de chuva e ventos muito intensos, tornando o mar agitado e a água muito turva.

O método utilizado foi o de transecto de faixa. Os censos foram realizados simultaneamente por dois mergulhadores. Em cada bordo foi realizado um transecto no estrato superior (convés) do naufrágio e inferior (areia). O comprimento dos transectos foi de acordo com o comprimento dos naufrágios (Virgo – 25 m; Bellatrix – 30 m; Phoenix – 30 m) e a largura foi de cinco metros (2,5 m para cada lado). Os transectos por bombordo e por boreste tiveram suas áreas somadas, tanto na areia quanto no convés. Desta forma, em cada naufrágio foram considerados dois censos, um em cada estrato. Totalizando assim 24 censos igualmente distribuídos entre os estratos dos três naufrágios nos meses de fevereiro, março, maio e outubro de 2017 (**Figura 2**).

Figura 2 - Desenho amostral.



Representação dos 24 censos visuais subaquáticos realizados em cada estrato (Ar - Areia e Cv - Convés) de cada naufrágio (Virgo, Bellatrix e Phoenix) nos meses de fevereiro (Fev), março (Mar), maio (Mai) e outubro (Out) de 2017.

Pranchetas de PCV foram utilizadas para anotar todos os peixes avistados ao longo do transecto, os quais eram identificados e quantificados em nível de espécie. Houve uma ocorrência de um cardume de peixes da família Clupeidae no Bellatrix em fevereiro em que não foi possível identificar os indivíduos em nível de espécie. No final dos mergulhos, os censos eram comparados entre os mergulhadores e possíveis repetições de indivíduos eram excluídas.

Neste estudo, para a assembleia íctia de cada naufrágio, foram consideradas todas as espécies identificadas na área do transecto de faixa dos censos visuais. A identificação visual das espécies de peixes foi baseada em guias de identificação de peixes recifais (HUMANN; DELOACH, 2002) e o sistema de informações do website Fishbase (FROESE; PAULY, 1999). As espécies e famílias foram classificadas e apresentadas de acordo com Nelson (2016) e Craig e Hastings (2007). Todos os mergulhadores que realizaram os censos visuais possuem um nível de conhecimento semelhante na identificação de peixes. Os hábitos

alimentares das espécies foram determinados segundo Halpern e Floeter (2008) e Randall (1967) e divididos em categorias de acordo com Ferreira *et al* (2004): onívoros (ONI), planctívoros (PLC), carnívoros (CAR), comedores de invertebrados móveis (CIM), comedores de invertebrados sésseis (CIS), piscívoros (PIS), herbívoros errantes (HE) e herbívoros territorialistas (HT).

3.3 Análise de dados

Para descrever a assembleia íctia de cada naufrágio (Virgo, Bellatrix e Phoenix) e em cada estrato (areia e convés) foram calculadas a densidade (ind.100m⁻²), a frequência de ocorrência e os índices ecológicos: equitabilidade de Pielou (J') e diversidade de Shannon-Wiener (H').

- **Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H')**

Esse índice é influenciado pela riqueza específica da assembleia, assim como pela distribuição dos indivíduos entre as espécies. É calculado através da equação:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

onde, p_i é a proporção de indivíduos das espécies i .

- **Equitabilidade de Pielou (J')**

Reflete como a abundância é distribuída entre todas as espécies da assembleia. Calculado através da equação:

$$J' = H' / \ln (S)$$

onde, H' é o índice de diversidade de Shannon-Wiener e S o número de espécies observadas.

- **Frequência de ocorrência (f.o.)**

Calculada através da seguinte equação:

$$f.o. = (T_i / T_t) \times 100$$

onde, T_i é o número de censos nos quais a espécie i foi registrada e Tt o número total de censos visuais.

Para as análises estatísticas a densidade de cada espécie nos diferentes naufrágios (Virgo, Bellatrix e Phoenix) e estratos (areia e convés) foi calculada através dos dados de contagem dos indivíduos em relação a área amostrada. Os valores foram então padronizados para uma área de 100m^2 . Para analisar as diferenças entre as estruturas das assembleias íctias para os fatores “naufrágio” e “estrato” foi construída uma matriz de similaridade, segundo o coeficiente de Bray-Curtis, a partir dos dados de densidade das espécies registradas. Os dados foram transformados por $\text{Log}(X+1)$ para reduzir as variâncias e o efeito dos cardumes nas análises. O método de escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) foi utilizado para representar as amostras graficamente em um plano bidimensional (CLARKE, 1993). A análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) foi realizada para verificar se houve diferenças significativas entre os fatores (ANDERSON, 2001). A PERMANOVA foi realizada através de 4999 permutações residuais sob um modelo reduzido e soma dos quadrados do tipo III (parcial). A análise de similaridade percentual (SIMPER) identificou quais as variáveis que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os fatores (CLARKE, 1993). Todas as análises foram conduzidas no software estatístico Primer V6 e PERMANOVA + (ANDERSON; GORLEY, 2007).

4 RESULTADOS

No total, 59 espécies pertencentes a 28 famílias. As famílias e espécies que apresentaram maior densidade média (ind.100m⁻²) foram: Carangidae (*Caranx latus*), Haemulidae (*Haemulon aurolineatum*, *Haemulon parra*, *Haemulon plumierii* e *Haemulon squamipinna*), Lutjanidae (*Lutjanus synagris*), Mullidae (*Mulloidichthys martinicus* e *Pseudupeneus maculatus*), Pempheridae (*Pempheris schomburgkii*) e Pomacentridae (*Abudefduf saxatilis*). Onde a família Haemulidae foi a que apresentou a densidade total média mais elevada e esteve presente em todos os naufrágios e estratos, sendo a espécie *Haemulon aurolineatum* a mais representativa (**Apêndice A**).

Em relação à frequência de ocorrência de peixes, a maioria das espécies (29) ocorreram em 25% dos censos visuais nos naufrágios. As famílias que foram mais frequentes foram: Acanthuridae, Haemulidae, Labridae, Lutjanidae, Mullidae, Pomacentridae e Scaridae. Com destaque novamente para a família Haemulidae que apresentou espécies que foram encontradas em todos os censos de todos os naufrágios. Entretanto, pode-se observar que as espécies que ocorreram em 100% dos censos visuais no Virgo não foram encontradas em todos os censos do Bellatrix e do Phoenix, com exceção da espécie *Acanthurus bahianus* que ocorreu em 100% dos censos do Virgo e do Bellatrix (**Apêndice B**).

Algumas espécies ocorreram somente em um determinado naufrágio, onde 13 foram registradas apenas no Virgo: *Acanthostracion polygonius*, *Acanthostracion quadricornis*, *Archosargus probatocephalus*, *Calamus pennatula*, *Chaetodipterus faber*, *Ginglymostoma cirratum*, *Holacanthus tricolor*, *Lutjanus alexandrei*, *Lutjanus analis*, *Odontoscion dentex*, *Ogcocephalus vespertilio*, *Ptereleotris randalli* e *Selar crumenophthalmus*; seis somente no Bellatrix: *Alphestes afer*, *Aulostomus maculatus*, *Halichoeres poeyi*, *Sphoeroides greeleyi*, *Stephanolepis hispidus* e o cardume de clupeídeos; e seis apenas no Phoenix: *Caranx crysos*, *Diodon holocanthus*, *Epinephelus adscensionis*, *Epinephelus itajara*, *Sphyraena barracuda* e *Sphyraena guachancho*. Todas essas espécies ocorreram em apenas 25% dos censos de cada naufrágio (**Apêndice B**).

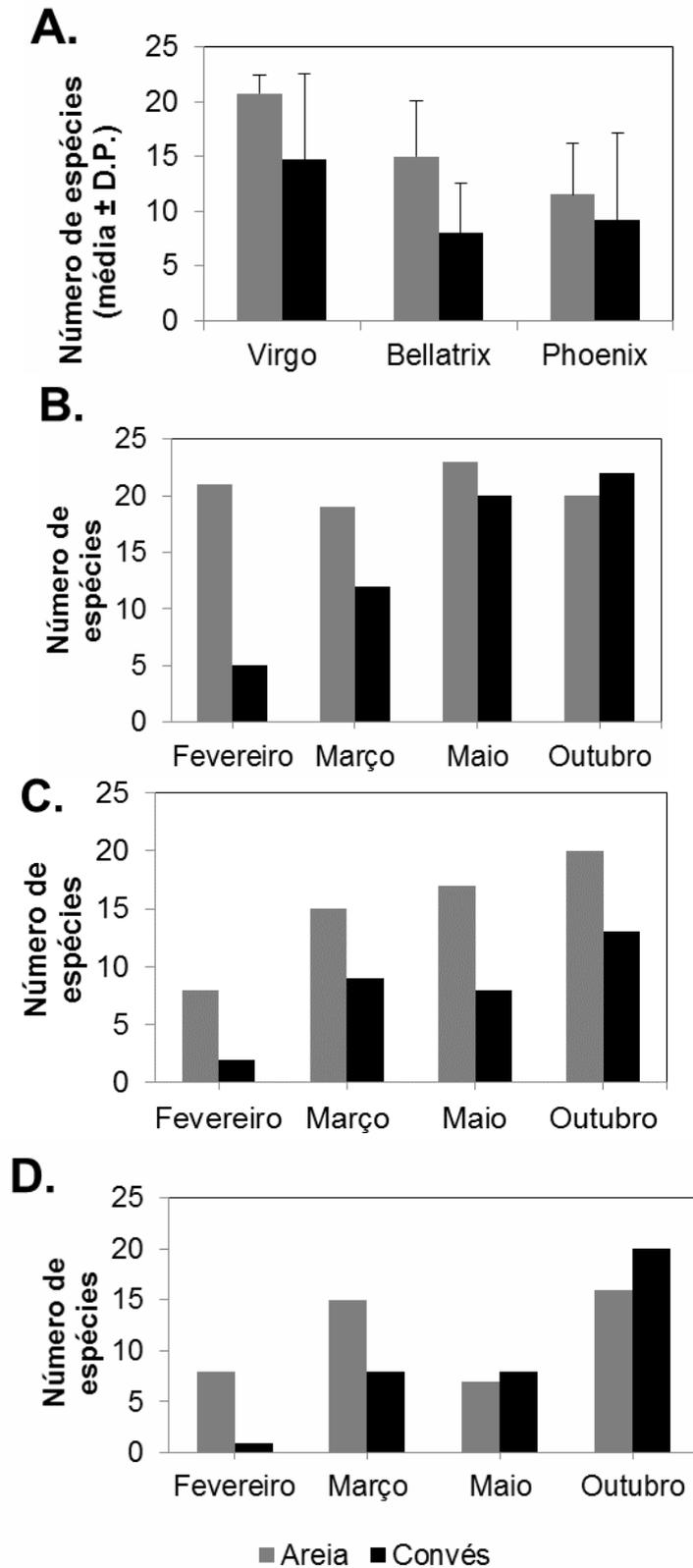
O número médio de espécies encontrado nos naufrágios foi maior no Virgo. Os valores de desvio padrão são elevados devido às variações entre os meses de amostragem nos naufrágios. Na maioria das amostragens, foi observado um maior número de espécies na areia

que no convés. Também foi possível observar que há uma tendência de aumento no número de espécies com o tempo (**Figura 3**).

A densidade média de peixes nos naufrágios foi maior no Virgo e no Phoenix, e apresenta um desvio padrão muito elevado por causa da variação entre os meses de amostragem, onde no mês de maio os valores de densidade média são mais elevados comparados aos demais (**Figura 4**). Em relação aos estratos, a densidade na areia foi maior que no convés, com exceção de dois episódios em março, no Virgo, com uma diferença muito pequena, e no Phoenix (**Figura 4**).

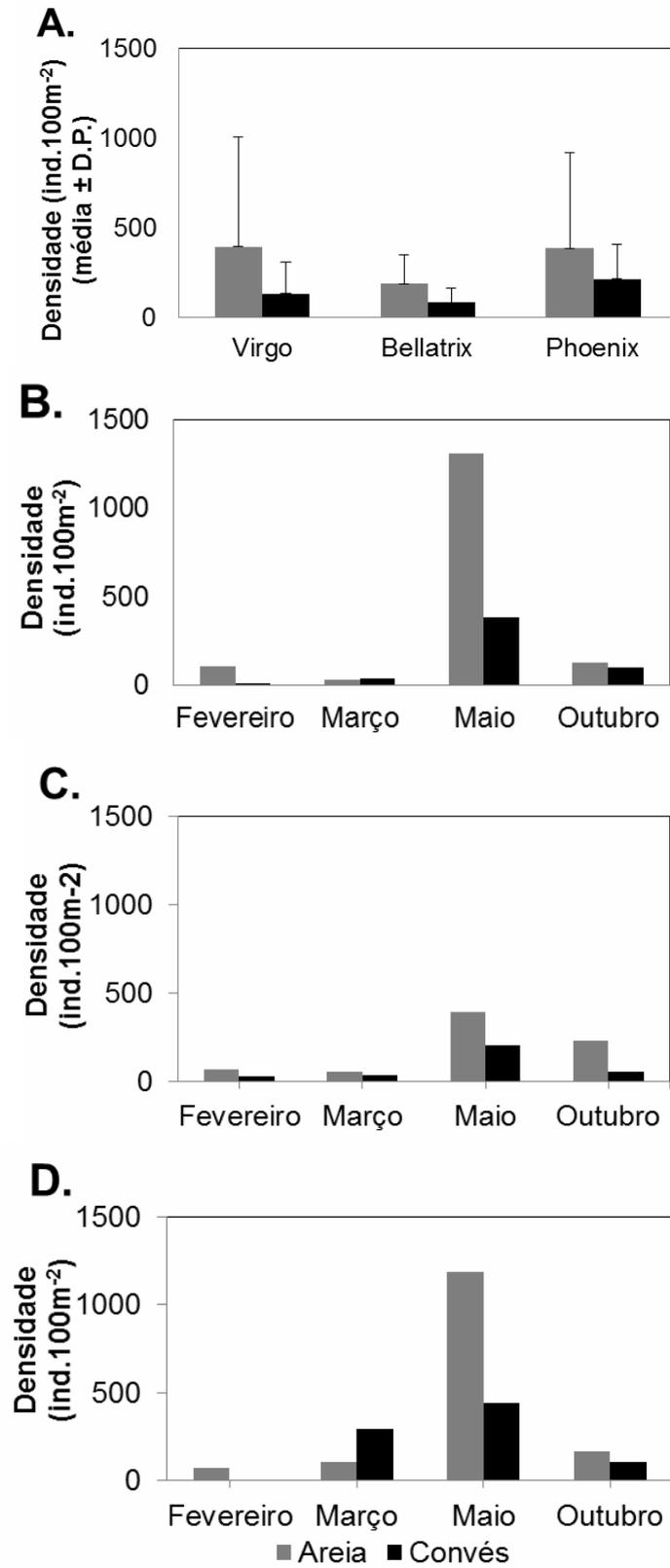
Quanto aos índices ecológicos analisados, a diversidade de Shannon-Wiener (H') (**Figura 5**) e equitabilidade de Pielou (J') (**Figura 6**) foram maiores no Virgo que nos outros naufrágios e também apresentam valores de desvio padrão elevados devido às variações temporais nos naufrágios. Nos dois primeiros meses de amostragem, fevereiro e março, foram encontrados maiores índices de H' na areia que no convés (**Figura 5**). Nos meses seguintes, maio e outubro, a diversidade no convés foi maior que na areia (**Figura 5**). No Bellatrix e no Phoenix esse padrão também é observado em relação a J' . Enquanto que no Virgo, J' foi sempre maior no convés, com exceção do mês de março (**Figura 6**).

Figura 3 - Número de espécies de peixes.



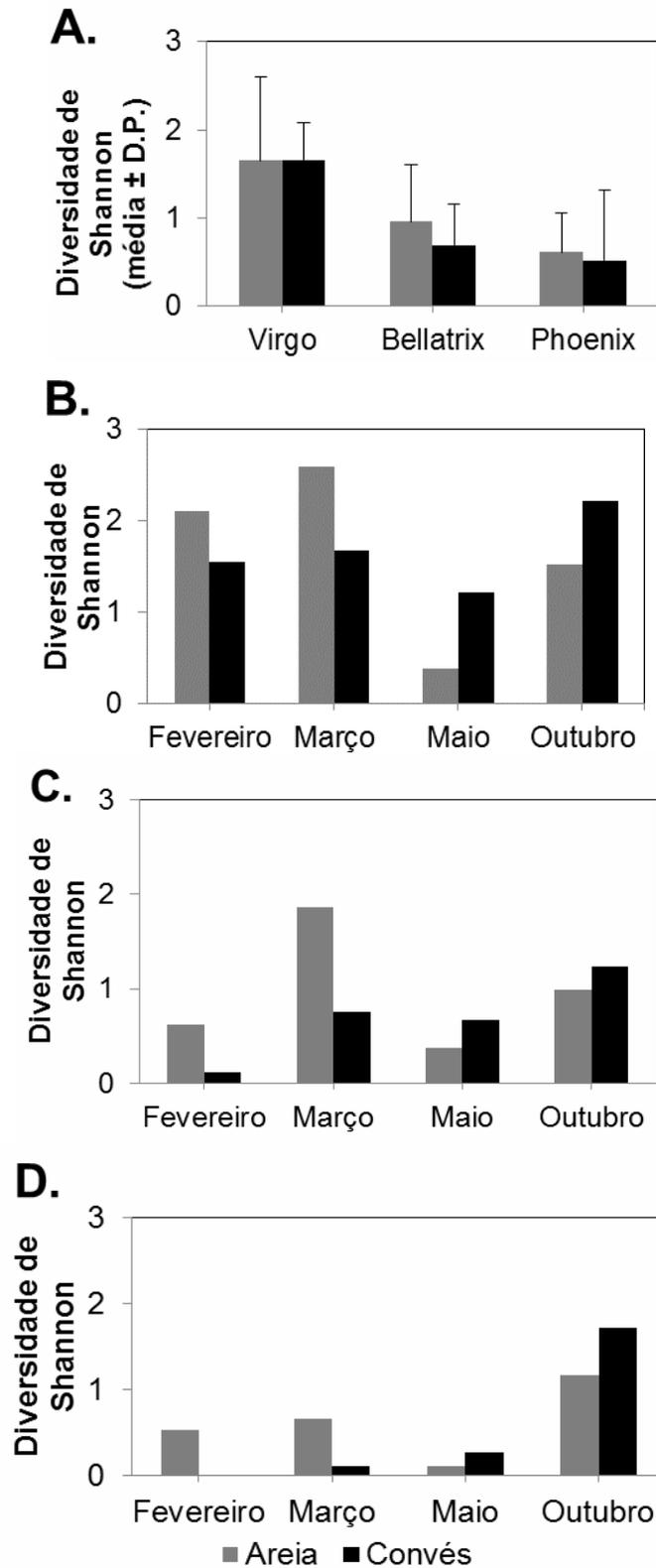
A. Número de espécies (média \pm desvio padrão) de peixes encontrados nos estratos areia e convés dos naufrágios Virgo, Bellatrix e Phoenix. Variação temporal do número de espécies de peixes encontrados, ao longo dos meses fevereiro, março, maio e outubro, nos estratos areia e convés dos naufrágios **B.** Virgo, **C.** Bellatrix e **D.** Phoenix.

Figura 4 - Densidade dos peixes.



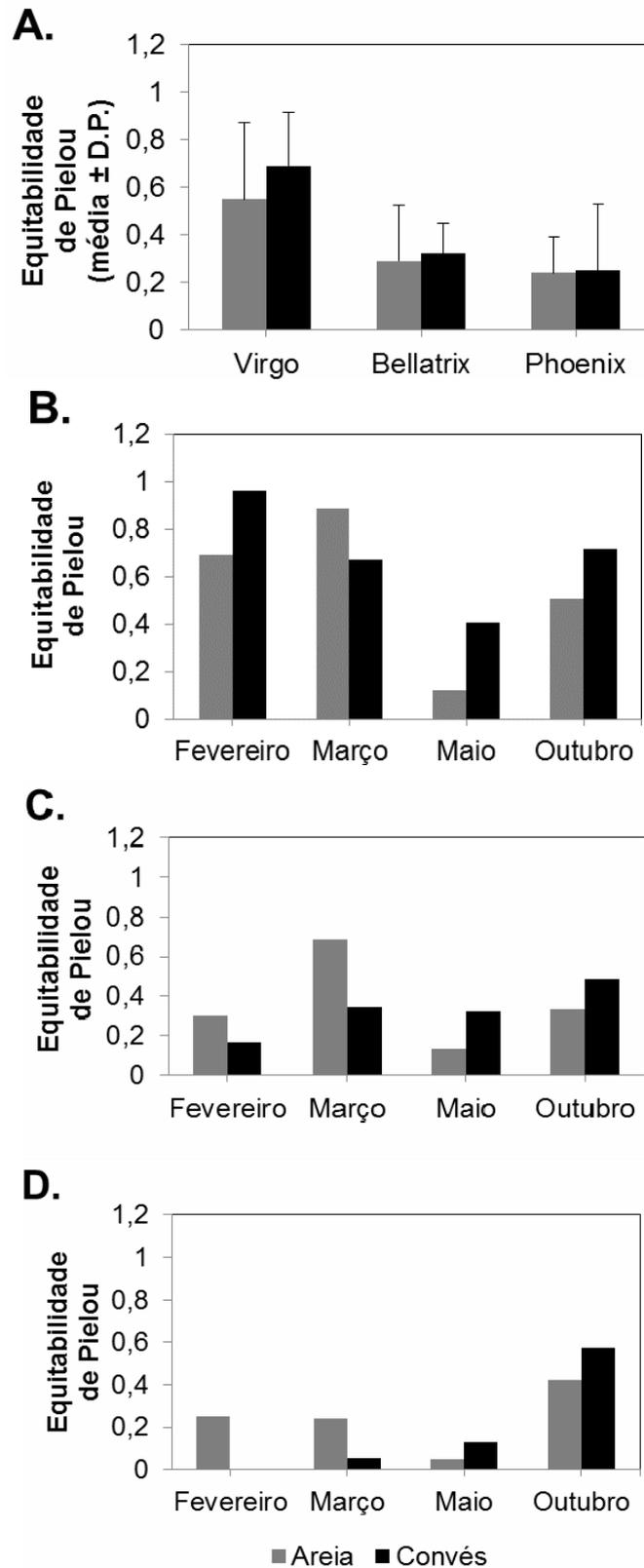
A. Densidade (ind.100m⁻²) (média ± desvio padrão) dos peixes contabilizados nos estratos areia e convés dos naufrágios Virgo, Bellatrix e Phoenix. Variação temporal da densidade dos peixes, ao longo dos meses fevereiro, março, maio e outubro, nos estratos areia e convés dos naufrágios **B.** Virgo, **C.** Bellatrix e **D.** Phoenix.

Figura 5 - Diversidade de Shannon-Wiener (H').



A. Diversidade de Shannon-Wiener (H') (média \pm desvio padrão) encontrada nos estratos areia e convés dos naufrágios Virgo, Bellatrix e Phoenix. Variação temporal da diversidade de Shannon- Wiener (H'), ao longo dos meses fevereiro, março, maio e outubro, nos estratos areia e convés dos naufrágios **B.** Virgo, **C.** Bellatrix e **D.** Phoenix.

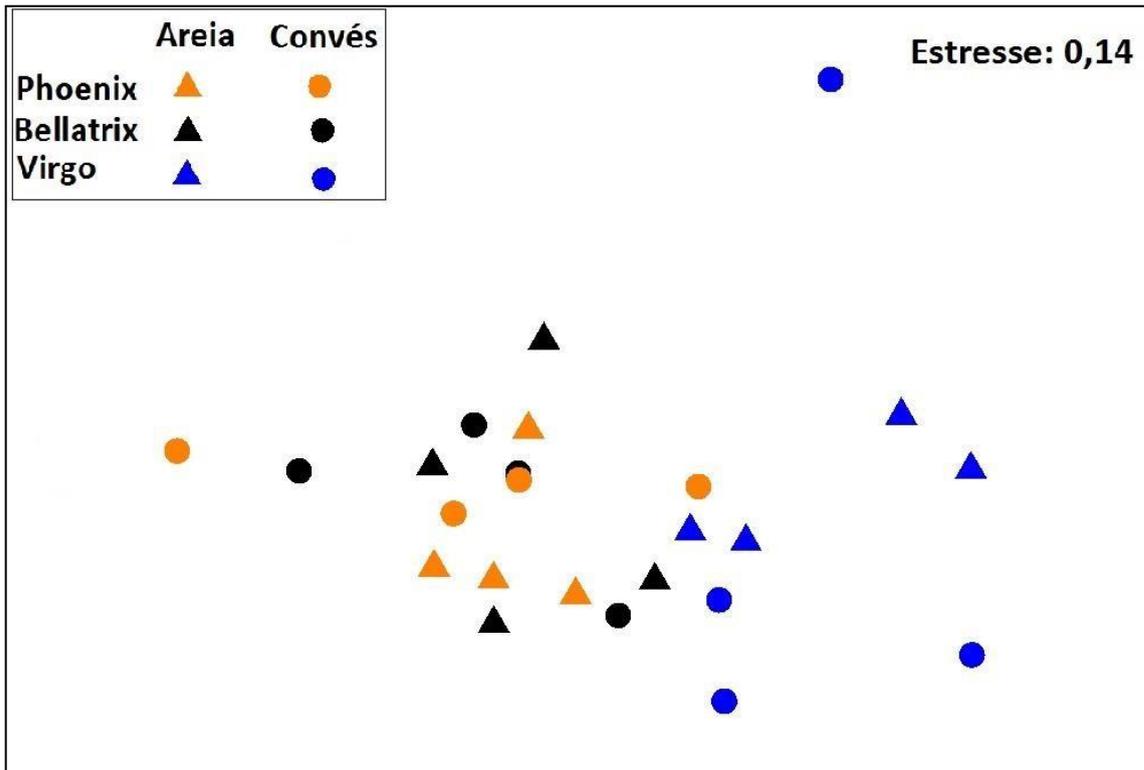
Figura 6 - Equitabilidade de Pielou (J').



A. Equitabilidade de Pielou (J') (média \pm desvio padrão) encontrada nos estratos areia e convés dos naufrágios Virgo, Bellatrix e Phoenix. Variação temporal da equitabilidade de Pielou (J'), ao longo dos meses fevereiro, março, maio e outubro, nos estratos areia e convés dos naufrágios **B.** Virgo, **C.** Bellatrix e **D.** Phoenix.

A análise de nMDS mostra uma separação entre a assembleia íctia encontrada no Virgo e nos demais naufrágios (Bellatrix e Phoenix). Enquanto que entre a areia e o convés não há separação (**Figura 7**).

Figura 7 - nMDS dos dados de densidade (ind.100m⁻²) da assembleia íctia entre os fatores “naufrágio” (Virgo, Bellatrix e Phoenix) e “estrato” (areia e convés).



Os resultados da análise PERMANOVA mostram que há diferença significativa entre as assembleias íctias dos naufrágios ($p = 0,002$) e entre os estratos areia e convés ($p = 0,0272$). E o teste a posteriori para o fator naufrágio confirma que há diferença significativa entre a assembleia de peixes do Virgo e as dos demais naufrágios. Não houve interação significativa entre os fatores (**Tabela 1**).

Os resultados do SIMPER, com base nos dados de densidade de peixes nos naufrágios, mostram que as 10 espécies que mais contribuíram para a dissimilaridade entre o Virgo e o Phoenix e entre o Virgo e o Bellatrix são as mesmas, com valores de contribuição distintos, porém muito próximos. Como as espécies *Haemulon aurolineatum* e *Abudefduf saxatilis* que juntas contribuíram quase 25% na dissimilaridade entre o Virgo e o Phoenix e entre o Virgo e o Bellatrix (**Tabela 2 e 3**). Entre areia e convés as 10 espécies que mais diferenciam os

estratos representam juntas 55,17% dessa dissimilaridade, onde *Haemulon aurolineatum* também é a que mais contribuiu para essa diferença (**Tabela 4**).

Tabela 1 - Resultados da “Two-way” PERMANOVA da assembleia íctia entre os naufrágios e estratos.

Fator	gl	SQ	QM	Pseudo-F	P(perm)	Unique Perms
Naufrágio	2	12507	6253,7	3,8101	0,002	4984
Estrato	1	3326,1	3326,1	2,0264	0,0272	4973
Naufrágio X Estrato	2	3864,4	1932,2	1,1772	0,2658	4986
Resíduos	18	29544	1641,4			
Total	23	49242				

Teste par-a-par por fator Naufrágio	t	P(perm)	Unique Perms
Phoenix X Bellatrix	0,7609	0,8218	4984
Phoenix X Virgo	2,3642	0,001	4985
Bellatrix X Virgo	2,2014	0,0006	4980

“Two-way” PERMANOVA com base nos dados de densidade (ind.100m⁻²) transformados por log (X+1) da assembleia íctia entre os fatores “naufrágio” (Virgo, Bellatrix e Phoenix) e “estrato” (areia e convés) incluindo a espécie formadora de cardume *Haemulon aurolineatum*. Resultados do teste par-a-par a posteriori para o fator “naufrágio” também são representados.

Tabela 2 - Resultados do SIMPER das 10 espécies de peixes que mais contribuíram para dissimilaridade entre o Phoenix e o Virgo.

Espécies	Densidade Média		Contribuição (%)	Contribuição Cumulativa (%)
	Phoenix	Virgo		
<i>H. aurolineatum</i>	4,80	2,57	17,77	17,77
<i>A. saxatilis</i>	0,15	1,45	6,80	24,56
<i>H. squamipinna</i>	1,09	1,33	5,87	30,44
<i>H. plumierii</i>	0,57	1,53	5,86	36,29
<i>M. martinicus</i>	0,71	1,34	5,81	42,10
<i>B. rufus</i>	0,00	0,96	4,12	46,21
<i>H. parra</i>	0,04	0,99	3,58	49,79
<i>M. jacobus</i>	0,00	0,83	3,57	53,36
<i>A. virginicus</i>	0,21	0,98	3,53	56,89
<i>A. coeruleus</i>	0,36	0,98	3,49	60,39

Dissimilaridade Média = 73,11

SIMPER com base nos dados de densidade (ind.100m⁻²) transformados por log (X+1) das 10 espécies de peixes que mais contribuíram para dissimilaridade entre os “naufrágios” Phoenix e Virgo.

Tabela 3 - Resultados do SIMPER das 10 espécies de peixes que mais contribuíram para dissimilaridade entre o Bellatrix e o Virgo.

Espécies	Densidade Média		Contribuição (%)	Contribuição Cumulativa (%)
	Bellatrix	Virgo		
<i>H. aurolineatum</i>	4,21	2,57	16,62	16,62
<i>A. saxatilis</i>	0,44	1,45	6,49	23,11
<i>M. martinicus</i>	1,33	1,34	6,48	29,60
<i>H. squamipinna</i>	0,61	1,33	5,57	35,17
<i>H. plumierii</i>	0,25	1,53	5,12	40,30
<i>A. coeruleus</i>	0,50	0,98	3,68	43,98
<i>A. virginicus</i>	0,20	0,98	3,53	47,51
<i>M. jacobus</i>	0,11	0,83	3,52	51,03
<i>B. rufus</i>	0,16	0,96	3,45	54,48
<i>H. parra</i>	0,04	0,99	3,44	57,92

Dissimilaridade Média = 70,84

SIMPER com base nos dados de densidade (ind.100m⁻²) transformados por log (X+1) das 10 espécies de peixes que mais contribuíram para dissimilaridade entre os “naufrágios” Bellatrix e Virgo.

Tabela 4 - Resultados do SIMPER das 10 espécies de peixes que mais contribuíram para dissimilaridade entre os estratos naufrágios.

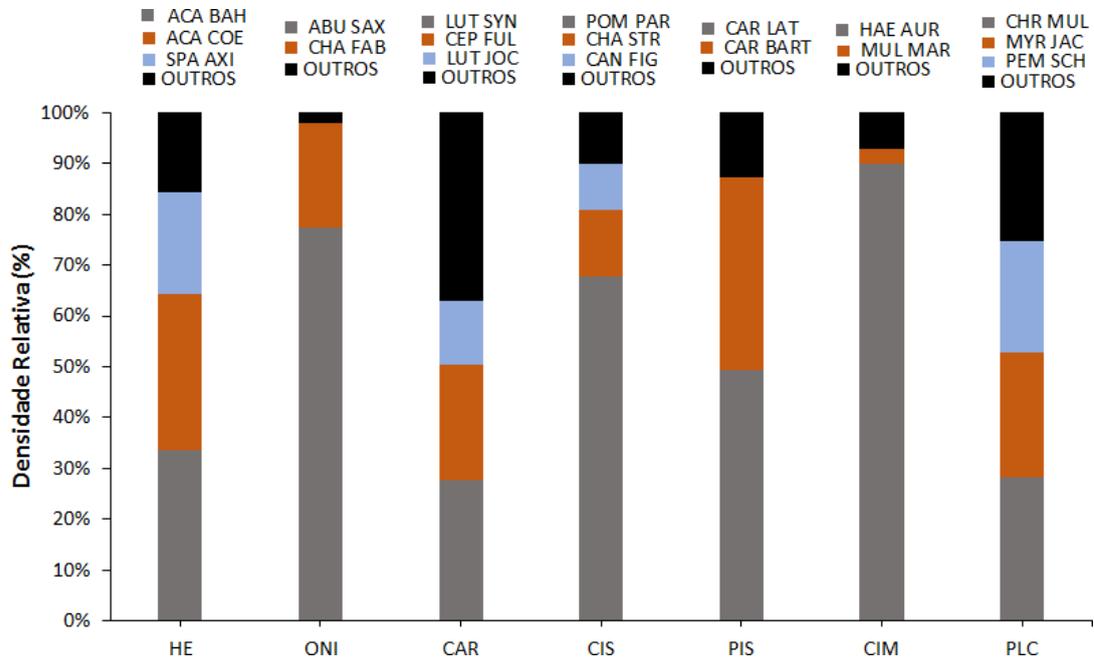
Espécies	Densidade Média		Contribuição (%)	Contribuição Cumulativa (%)
	Areia	Convés		
<i>H. aurolineatum</i>	4,22	3,50	12,01	12,01
<i>H. squamipinna</i>	1,24	0,77	8,65	20,65
<i>M. martinicus</i>	1,33	0,93	8,48	29,14
<i>H. plumierii</i>	0,98	0,59	5,02	34,16
<i>P. maculatus</i>	0,60	0,02	4,22	38,38
<i>A. bahianus</i>	0,70	0,66	3,82	42,20
<i>H. parra</i>	0,71	0,00	3,46	45,65
<i>A. saxatilis</i>	0,47	0,89	3,42	49,07
<i>L. synagris</i>	0,43	0,24	3,17	52,24
<i>H. adscensionis</i>	0,43	0,38	2,94	55,17

Dissimilaridade Média = 58,88

SIMPER com base nos dados de densidade (ind.100m⁻²) transformados por log (X+1) das 10 espécies de peixes que mais contribuíram para dissimilaridade entre os “estratos” Areia e Convés dos “naufrágios”.

Em relação às categorias tróficas observou-se que a guilda de comedores de invertebrados móveis (CIM) é a mais especiosa, com 14 espécies representantes, onde cerca de 90% da densidade da guilda é representada pela espécie *Haemulon aurolineatum*. A segunda categoria trófica mais especiosa é a de carnívoros (CAR), com 13 espécies, onde 50% da densidade da guilda são representados pelas espécies *Lutjanus synagris* e *Cephalopholis fulva*. A guilda menos especiosa é a de comedores de invertebrados sésseis (CIS), com apenas cinco espécies, das quais o *Pomacanthus paru* representa quase 70% da assembleia (**Figura 8**).

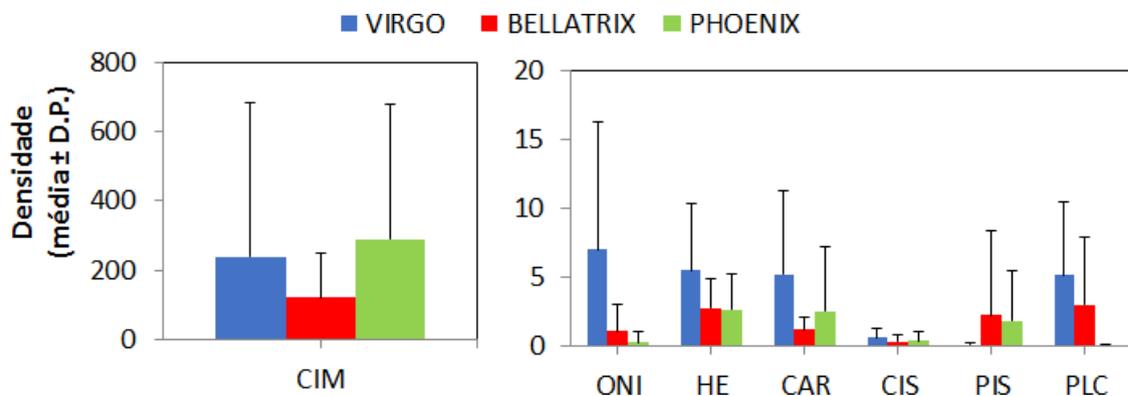
Figura 8 - Densidade relativa (%) das espécies de peixes mais representantes de cada categoria trófica.



HE – Herbívoros Errantes, ONI – Onívoros, CAR – Carnívoros, CIS – Comedores de Invertebrados Sésseis, PIS – Piscívoros, CIM – Comedores de Invertebrados Móveis e PLC – Planctívoros.

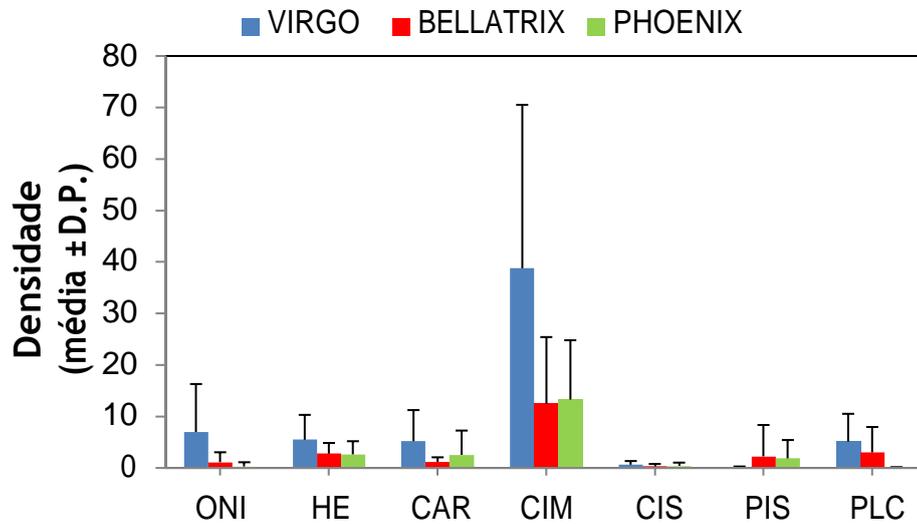
A categoria de CIS apresentou menor densidade média nos naufrágios e os CIM possuíram maior densidade média em todos os naufrágios (**Figura 9**), mesmo excluindo a espécie formadora de cardume *Haemulon aurolineatum* (**Figura 10**). Herbívoros territorialistas não foram observados.

Figura 9 - Densidade total (ind.100m²) (média ± desvio padrão) das categorias tróficas por naufrágios incluindo a espécie formadora de cardume *Haemulon aurolineatum*.



CIM - Comedores de Invertebrados Móveis, ONI – Onívoros, HE – Herbívoros Errantes, CAR – Carnívoros, CIS – Comedores de Invertebrados Sésseis, PIS – Piscívoros e PLC – Planctívoros.

Figura 10 - Densidade (ind.100m²) (média ± desvio padrão) das categorias tróficas por naufrágios excluindo a espécie formadora de cardume *Haemulon aurolineatum*.



ONI – Onívoros, HE – Herbívoros Errantes, CAR – Carnívoros, CIM – Comedores de Invertebrados Móveis, CIS – Comedores de Invertebrados Sésseis, PIS – Piscívoros e PLC – Planctívoros.

Na análise estatística PERMANOVA foi encontrada diferença significativa ($p = 0,0024$) entre as estruturas tróficas das assembleias íctas encontradas nos naufrágios. E novamente o teste par-a-par mostrou que a assembleia de peixes do Virgo é a que causa essa diferença (**Tabela 5**). Os dados do SIMPER mostram que as categorias tróficas que causam dissimilaridade entre as assembleias dos naufrágios são praticamente as mesmas e apresentam quase a mesma percentagem de contribuição, onde os CIM são os que mais contribuem (**Tabela 6 e 7**).

Tabela 5 - Resultados da “Two-way” PERMANOVA das categorias tróficas da assembleia íctia entre os naufrágios e estratos.

Fator	Gl	SQ	QM	Pseudo-F	P(perm)	Unique Perms
Naufrágio	2	4869,3	2434,7	3,1913	0,0024	4986
Estrato	1	1150,8	1150,8	1,5084	0,1926	4985
Naufrágio X Estrato	2	1585,1	792,53	1,0388	0,4336	4985
Resíduos	18	13732	762,91			
Total	23	21338				

Teste par-a-par por fator Naufrágio			
	t	P(perm)	Unique Perms
Phoenix X Bellatrix		0,95644	4986
Phoenix X Virgo		2,191	4986
Bellatrix X Virgo		1,8239	4979

“Two-way” PERMANOVA com base nos dados de densidade (ind.100m⁻²) transformados por log (X+1) das categorias tróficas da assembleia íctia entre os fatores “naufrágio” (Virgo, Bellatrix e Phoenix) e “estrato” (areia e convés) incluindo a espécie formadora de cardume *Haemulon aurolineatum*. Resultados do teste par-a-par a posteriori para o fator “naufrágio” também são representados.

Tabela 6 - Resultados do SIMPER das categorias tróficas que mais contribuíram para dissimilaridade entre o Phoenix e o Virgo.

Categorias Tróficas	Densidade Média		Contribuição (%)	Contribuição Cumulativa (%)
	Phoenix	Virgo		
CIM	4,90	3,88	29,10	29,10
ONI	0,15	1,61	18,77	47,87
PLC	0,04	1,47	16,04	63,91
CAR	0,81	1,42	13,15	77,06
HE	1,10	1,66	11,25	88,30
PIS	0,60	0,08	6,30	94,60

Dissimilaridade Média = 46,83

SIMPER com base nos dados de densidade (ind.100m⁻²) transformados por log (X+1) das categorias tróficas (ONI – Onívoros, HE – Herbívoros Errantes, CAR – Carnívoros, CIM – Comedores de Invertebrados Móveis, PIS – Piscívoros e PLC – Plactívoros) incluindo a espécie formadora de cardume *Haemulon aurolineatum*, que mais contribuíram para dissimilaridade entre os “naufrágios” Phoenix e Virgo.

Tabela 7 - Resultados do SIMPER das categorias tróficas que mais contribuíram para dissimilaridade entre o Bellatrix e o Virgo.

Categorias Tróficas	Densidade Média		Contribuição (%)	Contribuição Cumulativa (%)
	Bellatrix	Virgo		
CIM	4,37	3,88	30,74	30,74
ONI	0,48	1,61	18,97	49,71
PLC	0,84	1,47	16,47	66,18
CAR	0,72	1,42	13,61	79,79
HE	1,18	1,66	10,84	90,62

Dissimilaridade Média = 41,23

SIMPER com base nos dados de densidade (ind.100m⁻²) transformados por log (X+1) das categorias tróficas (ONI – Onívoros, HE – Herbívoros Errantes, CAR – Carnívoros, CIM – Comedores de Invertebrados Móveis e PLC – Plactívoros) incluindo a espécie formadora de cardume *Haemulon aurolineatum*, que mais contribuíram para dissimilaridade entre os “naufrágios” Bellatrix e Virgo.

5 DISCUSSÃO

As espécies (59) e famílias (28) encontradas nesse estudo são semelhantes aos resultados de outras pesquisas em naufrágios na plataforma de Pernambuco, como o trabalho de Hazin *et al.* (2007), do projeto PNAPE, que acompanhou a colonização de peixes durante o primeiro ano de afundamento do Taurus (a 25 metros de profundidade), Mercurius e Saveiros (ambos a 30 metros de profundidade).

Independentemente da localização geográfica, as famílias Acanthuridae, Carangidae, Chaetodontidae, Holocentridae, Labridae, Mullidae, Pomacentridae e Scaridae podem ocorrer em qualquer recife (BELLWOOD; WAINWRIGHT, 2002). Todas essas famílias foram encontradas nesse estudo, onde Carangidae, Mullidae e Pomacentridae estão entre as mais abundantes. A família Haemulidae foi a mais representativa em todos os naufrágios, o que era esperado, pois sabe-se que em regiões tropicais é comum que Haemulidae seja a família mais significativa em termos de número de indivíduos (HAZIN *et al.*, 2007). Assim como esta também é considerada uma das famílias mais especiosas no litoral do nordeste brasileiro (FLOETER *et al.*, 2001). A espécie *Haemulon aurolineatum* foi a que apresentou maior densidade média, estando presente em todos os naufrágios e em todos os estratos, corroborando com outras pesquisas em que essa espécie foi considerada a mais representativa na assembleia de peixes (SANTOS *et al.*, 2010; LIPPI, 2011; SIMON *et al.*, 2011; SIMON *et al.*, 2013). Os naufrágios são ambientes favoráveis a esta espécie, que é considerada noturna, pois durante o dia utiliza os recifes como abrigo contra predadores, formando grandes cardumes, e a noite migra para áreas adjacentes em busca de alimento, como pequenos crustáceos e moluscos (SANTOS *et al.*, 2010; SIMON *et al.*, 2011).

A análise estatística PERMANOVA indicou que a assembleia íctia do Virgo é a que se diferencia das assembleias de peixes do Phoenix e do Bellatrix. Assim como no estudo de KOECK *et al.* (2011), também foi encontrado nesse trabalho que as espécies que mais contribuíram para dissimilaridade entre os naufrágios avaliados estão presentes nos três locais, mas em densidade e frequência diferentes. Os dados do SIMPER com base nas densidades de peixes das assembleias entre o Virgo e o Phoenix e entre o Virgo e o Bellatrix comprovam isso. Além desses dados, os resultados da frequência de ocorrência das espécies mostram que praticamente todas as espécies encontradas em 100% dos censos no Virgo, não ocorreram em todos os censos do Phoenix e do Bellatrix.

Entre as 10 espécies que mais contribuíram para dissimilaridade entre as assembleias de peixes dos naufrágios, apenas *Haemulon aurolineatum* apresentou maiores densidades no Phoenix e no Bellatrix, enquanto que no Virgo as densidades de todas as outras espécies foram maiores. Além disso, a assembleia íctia do Virgo apresentou maior número de espécies específicas (13) em comparação as assembleias de peixes do Phoenix e Bellatrix (6 espécies específicas em cada naufrágio). Talvez essas diferenças encontradas entre a assembleia íctia do Virgo e demais assembleias estejam relacionadas a sua proximidade com o Taurus (nove metros de distância), pois sabe-se que naufrágios podem atrair algumas espécies de peixes de outros recifes próximos (SIMON *et al.*, 2011; SIMON *et al.*, 2013). O Virgo também apresentou maior número de espécies, maior diversidade e maior equitabilidade que o Bellatrix e o Phoenix. Acredita-se que parte da assembleia pré-estabelecida no Taurus pode ter sido atraída pelo Virgo, contribuindo para que este último obtivesse os valores dos descritores ecológicos citados mais elevados que os demais naufrágios desse estudo. Como os três naufrágios possuem a mesma configuração, provavelmente a complexidade da estrutura não influenciou nas diferenças entre as assembleias íctias de cada um.

Em relação aos estratos dos naufrágios, também foi encontrada diferença significativa entre a assembleia íctia da areia e do convés. Entre as 10 espécies que mais contribuíram para essa dissimilaridade, apenas *Abudefduf saxatilis* apresentou maior densidade no convés, enquanto que as outras espécies foram mais densas na areia. É possível que a exposição maior a correntes no nível superior do naufrágio, no caso o convés, tenha influenciado nessa distribuição (SINOPOLI *et al.*, 2015). Os hábitos dos peixes também podem ter influenciado neste aspecto. Os haemulídeos, que foram mais densos na areia, geralmente ficam abrigados nos recifes para evitar predadores (SANTOS *et al.*, 2010; SIMON *et al.*, 2011), e os *Pseudupeneus maculatus* (saramunetes), que apresentam hábito demersal, permanecem próximo ao fundo arenoso onde procuram por alimento no substrato com seu par de barbilhões (CAMPOS; OLIVEIRA, 2001).

A tendência de aumento do número de espécies de peixes nos naufrágios com o tempo pode estar relacionada ao processo de colonização, pois como os locais estudados são naufrágios recém-afundados é possível encontrar um rápido crescimento na assembleia íctia nos primeiros meses (GOLANI; DIAMANT, 1999; HAZIN *et al.*, 2007; COXEY, 2008). As variações temporais encontradas no número de espécies, densidade e nos índices ecológicos H' e J' , causando grandes desvios nas médias dos dados, podem estar relacionadas ao pouco número de censos visuais (12) e ao período de tempo de apenas oito meses de amostragem em

naufrágios recém-afundados, pois a estrutura da assembleia demanda um tempo para se estabilizar, como 10 meses (MARANHÃO, 2011) ou até mais de dois anos (GOLANI; DIAMANT, 1999). Sabe-se que a assembleia de peixes pode variar significativamente com as estações de seca e chuva (SANTOS *et al.*, 2010) e que a área em que estão os naufrágios na costa do Recife recebe aporte de nutrientes do rio Capibaribe e Beberibe (MARANHÃO, 2011). Desta forma, como foram realizados censos visuais antes e depois do período chuvoso, a sazonalidade característica da região também pode ter influenciado essas variações.

Talvez a alta densidade e baixa H' em maio tenham sido influenciadas por cardumes, como o de *Haemulon aurolineatum*. Pois foi possível observar durante os censos visuais a formação de cardumes mistos, que geralmente ocorre quando indivíduos tentam aumentar a proteção contra predadores e a habilidade de forrageamento (TIEN *et al.*, 2004), onde os benefícios são maiores entre espécies com semelhanças morfológicas e alimentares (EHRlich; EHRlich, 1973). Há registros de formação de cardumes mistos entre *H. aurolineatum* e outras espécies (BRAGA *et al.*, 2009) e entre *Mulloidichthys martinicus* e *Haemulon spp.* (KRAJEWSKI *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2011). Sabe-se que em cardumes mistos pode ocorrer o efeito de camuflagem, onde é possível confundir espécies, como *H. squamipinna* com *H. plumieri* e *H. aurolineatum* com *M. martinicus* e *H. parra* (COXEY, 2008). Assim, acredita-se que o possível efeito dos cardumes pode ter dificultado a identificação de outras espécies de peixes pelos mergulhadores durante os censos visuais, resultando em uma alta densidade íctia, porém com baixa H' .

Quanto à estrutura trófica, as análises estatísticas relacionadas às densidades das categorias tróficas também indicaram que a assembleia íctia do Virgo é a que apresenta diferenças significativas entre as assembleias de peixes dos demais naufrágios. Isto era esperado, visto que o Phoenix e Bellatrix possuem mais características em comum, como a profundidade em que se encontram e também a maior proximidade entre eles.

Entre as assembleias íctias dos naufrágios, a maior densidade de onívoros (ONI) ocorreu no Virgo, o qual apresentou esta guilda como a segunda mais densa, corroborando assim com o trabalho de Simon *et al.* (2013), onde no naufrágio mais raso (27 metros de profundidade) os onívoros também foram a segunda categoria trófica de maior abundância, sendo menos abundantes no naufrágio mais profundo (35 metros de profundidade). A representação de quase 80% dos ONI por *Abudefduf saxatilis* era esperada, pois essa espécie é bastante adaptada a vários tipos de recifes e possui uma dieta bem flexível, onde normalmente

se alimenta do bentos, mas dependendo das condições de ondas e correntes no ambiente, pode formar cardumes e se alimentar do plâncton (FERREIRA *et al.*, 2004).

Uma possível justificativa aos valores de densidade média de piscívoros (PIS) maiores nos naufrágios Bellatrix e Phoenix pode ser o fato de estes serem mais profundos que o Virgo, já que número de peixes desta guilda pode aumentar com a profundidade (FRIEDLANDER; PARRISH, 1998). Quanto aos planctívoros (PLC), a maior densidade de PLC foi encontrada no Virgo, corroborando com o trabalho de Coxey (2008), que encontrou maior número de planctívoros no naufrágio mais raso do estudo, o Taurus. Entretanto, as densidades de PLC podem ter sido subestimadas, pois muitas espécies dessa guilda tendem a se agregar na porção média da coluna d'água e aos arredores dos recifes artificiais (JESSE *et al.*, 1985).

Em relação à densidade dos herbívoros errantes (HE), assim como no estudo de FRIEDLANDER e PARRISH (1998), foi encontrada uma provável relação negativa com a profundidade, pois foram identificados mais HE no Virgo, o qual está em uma profundidade mais rasa que os demais naufrágios. Isso deve ocorrer pelo fato de que a incidência de luz é menor com o aumento da profundidade, fazendo com que a cobertura de algas tenda a diminuir, limitando os peixes herbívoros (SIMON *et al.*, 2013). Entretanto, os HE apresentam uma menor dependência ao desenvolvimento de algas no recife, pois estes geralmente migram para bancos de algas em busca de alimento (COXEY, 2008), quando comparados aos herbívoros territorialistas (HT), que vivem associados aos turfos de algas cultivados dentro de um território intensamente defendido (FERREIRA *et al.*, 2004), permanecendo nessas áreas protegidas para alimentar-se e abrigar-se (JAN *et al.*, 2003). Desta forma, considerando que durante os censos visuais era possível perceber que havia somente uma fina cobertura de algas sobre a estrutura dos naufrágios, acredita-se que a ausência de HT esteja relacionada a baixa disponibilidade de alimento (algas) no ambiente.

Os resultados observados de que os comedores de invertebrados móveis (CIM) apresentam maior densidade nos naufrágios e são a categoria trófica mais especiosa, com a espécie *Haemulon aurolineatum* representando aproximadamente 90% da guilda, estão de acordo com os resultados do trabalho de Simon *et al.* (2013). Assim como a categoria de carnívoros (CAR) ser identificada como a segunda mais especiosa e a guilda de comedores de invertebrados sésseis (CIS) estar entre as menos especiosas.

A densidade de CIM elevada nos três naufrágios pode estar relacionada ao fato de que estes indivíduos estão associados a áreas mais profundas não vegetadas (SIMON *et al.*, 2013)

e seu recurso alimentar estar associado tanto ao substrato consolidado quanto ao fundo arenoso (HARMELIN-VIVIEN, 2002), que é o caso das áreas estudadas, onde o fundo é caracterizado basicamente por fragmentos de algas calcárias (KEMPF *et al.*, 1967/9). Este resultado era esperado, pois sabe-se que esta guilda trófica é considerada a principal em recifes tropicais e temperados (WAINWRIGHT; BELLWOOD, 2002).

Os comedores de invertebrados sésseis (CIS) estão associados à presença de hidrozoários, briozoários, cnidários, esponjas e ascídias em substrato consolidado (FERREIRA *et al.*, 2004). Acredita-se que as características de cobertura dos naufrágios mencionadas anteriormente justifiquem o fato de os CIS apresentarem a menor densidade nos naufrágios quando comparados as demais categorias tróficas. As densidades relativas na guilda de CIS estão de acordo com o estudo de FERREIRA *et al.* (2004), que encontrou as famílias Chaetodontidae e Pomacanthidae como as mais importantes desta categoria trófica. Talvez a maior representação de *Pomacanthus paru* (aproximadamente 70%) seguida por *Chaetodon striatus* (aproximadamente 10%) esteja relacionada a característica desta última espécie de ser mais abundante em áreas costeiras (FERREIRA *et al.*, 2004).

6 CONCLUSÕES

A hipótese nula foi refutada, ou seja, há diferença significativa entre as assembleias íctias dos naufrágios Virgo, Phoenix e Bellatrix e dos estratos areia e convés.

A assembleia de peixes do Virgo é a que se diferencia das demais. Ela apresenta maior número de espécies, mais espécies específicas e maiores índices de diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou. As assembleias entre os estratos também se diferenciam significativamente. Na areia foram encontradas mais espécies que no convés, assim como maiores densidades e diversidade de peixes.

A estrutura trófica das assembleias também é diferente entre os naufrágios, onde no Virgo há mais onívoros, herbívoros errantes, planctívoros e carnívoros, enquanto que nos outros naufrágios mais profundos há mais comedores de invertebrados móveis e piscívoros.

Apesar das diferenças significativas na estrutura das assembleias íctias presentes no Virgo, Bellatrix e Phoenix, e nos estratos, os peixes encontrados são típicos de naufrágios da região de Pernambuco.

De modo geral, o Phoenix e o Bellatrix, que estão mais próximos um do outro e na mesma profundidade, apresentam estrutura das assembleias semelhantes. Acredita-se que a assembleia íctia do Virgo se diferencia das demais provavelmente devido a menor profundidade e sua proximidade com o Taurus, havendo atração de peixes do Taurus para o Virgo, indicando que os naufrágios funcionam como atratores. Desta forma, para o planejamento de futuros afundamentos intencionais é melhor afundar novas embarcações próximas a naufrágios antigos, pois o estabelecimento da assembleia de peixes é mais rápido.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Australian Ecology**, v. 26, p. 32–46, 2001.
- ANDERSON, M. J.; GORLEY, R. N. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to software and statistical methods. **Plymouth: PRIMER-E**, 2007.
- BAINE, M. Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance. **Ocean & Coastal Management**, v. 44, p. 241–259, 2001.
- BELLWOOD, D. R.; WAINWRIGHT, P. C. The History and Biogeography of Fishes on Coral Reefs. Em: **Coral Reef Fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem**, Editor P.F. Sale. Academic Press, USA, p. 5-32, 2002.
- BRAGA, M. R.; BRAGA, R. R.; ARANHA, J. M. R. Registro de cardume misto de espécies da família Haemulidae nas Ilhas Itacolomis, Santa Catarina, Brasil. **Estudos de Biologia**, p. 141-143, 2009.
- CAMPOS, C. E. C.; OLIVEIRA, J. E. L. Caracterização biométrica e merística do saramunete, *Pseudupeneus maculatus*, (Osteichthyes: Mullidae), em Ponta de Pedras, Pernambuco. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 185 – 189, 2001.
- CAVALCANTI, L. B.; KEMPF, M. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil): Meteorologia e hidrologia. **Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco**, p. 149–157, 1967/9.
- CLARKE, K. R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. **Australian Journal of Ecology**, v. 18, p. 117–143, 1993.
- COELHO, R.; MONTEIRO, P.; ABECASIS, D.; BLOT, J. Y.; GONÇALVES, J. M. S. Macrofauna assemblages in a XVIIth century shipwreck: Comparison with those on natural reefs and sandy bottoms. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 60, n. 4, p. 447–462, 2012.
- CONSOLI, P.; ROMEO, T.; FERRARO, M.; SARÀ, G.; ANDALORO, F. Factors affecting fish assemblages associated with gas platforms in the Mediterranean Sea. **Journal of Sea Research**, v. 77, p. 45–52, 2013.
- CONSOLI, P.; MARTINO, A.; ROMEO, T.; SINOPOLI, M.; PERZIA, P.; CANESE, S.; VIVONA, P.; ANDALORO, F. The effect of shipwrecks on associated fish assemblages in the central Mediterranean Sea. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 95, n. 1, p. 17–24, 2015.
- COXEY, M. S. Biological Diversity and Community Structure in Vessel Reefs in the Coast of Recife (PE) - Brazil. **Dissertação de Mestrado**, Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade do Algarve, Faro. 136 p. 2008.
- CRAIG, M. T.; HASTINGS, P. A. A molecular phylogeny of the groupers of the subfamily Epinephelidae (Serranidae) with a revised classification of the Epinephelini. **Ichthyological Research**, v. 54, p. 1-17, 2007.

EHRlich, P. R.; EHRlich, A. H. Coevolution: heterotypic schooling in Caribbean reef fishes. **The American Naturalist**, v. 107, p. 157-160, 1973.

FERREIRA, C. E. L.; FLOETER, S. R.; GASPARINI, J. L.; FERREIRA, B. P.; JOYEUX, J. C. Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison. **Journal of Biogeography**, v. 31, p. 1093–1106, 2004.

FLOETER, S. R.; GUIMARÃES, R. Z. P.; ROCHA, L. A.; FERREIRA, C. E. L.; RANGEL, C. A.; GASPARINI, J. L. Geographic variation in reef-fish assemblages along the Brazilian coast. **Global Ecology & Biogeography**, v. 10, p. 423-431, 2001.

FLOETER, S. R.; KROHLING, W.; GASPARINI, J. L.; FERREIRA, C. E. L.; ZALMON, I. R. Reef fish community structure on coastal islands of the southeastern Brazil: The influence of exposure and benthic cover. **Environmental Biology of Fishes**, v. 78, n. 2, p. 147–160, 2007.

FRIEDLANDER, A. M.; PARRISH, J. D. Habitat characteristics affecting fish assemblages on a Hawaiian coral reef. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 224, n. 1, p. 1–30, 1998.

FROESE, R.; PAULY, D. FishBase 99: concept, design and data sources. **ICLARM**, Manila, Philippines, 329 p. 1999.

GOLANI, D.; DIAMANT, A. Fish colonization of an artificial reef in the Gulf of Elat, northern Red Sea. **Environmental Biology of Fishes**, v. 54, n. 3, p. 275–282, 1999.

HALPERN, B. S.; FLOETER, S. R. Functional diversity responses to changing species richness in reef fish communities. **Marine Ecology Progress Series**, v. 364, p. 147–156, 2008.

HARMELIN-VIVIEN, M. L. Energetics and Fish Diversity on Coral Reefs. **Coral Reef Fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem** (ed. by P.F. Sale). Academic Press, San Diego, CA, p. 265–274, 2002.

HAZIN, F.; ARAÚJO, M. E.; FISCHER, A. F.; VIANA, D. L.; VÉRAS, D. P.; MARANHÃO, H. A.; COXEY, M. S.; TOLOTTI, M. T.; PINHEIRO, P. B. Levantamento e acompanhamento da ictiofauna. Em: Projeto científico: acompanhamento do processo de colonização e ocupação biológica dos naufrágios Taurus, Mercurius e Saveiros, **Relatório Final do Projeto Parque dos Naufrágios Artificiais de Pernambuco**. p. 8-25, 2007.

HUMANN, P.; DELOACH, N. Reef Fish Identification: Florida, Caribbean and Bahamas. New World Publications, Inc. 3rd Edition, Jacksonville, Florida, 481 p. 2002.

JAN, R. Q.; HO, C. T.; SHIAH, F.K. Determinants of territory size of the dusky gregory. **Journal of Fish Biology**, v. 63, p. 1589-1597, 2003.

JESSEE, W. N.; CARPENTER, A. L.; CARTER, J. W. Distribution patterns and density estimates of fishes on a southern California artificial reef with comparisons to natural kelp-reef habitats. **Bulletin of Marine Science**, v. 37, p. 214-226, 1985.

KEMPF, M.; MABESOONE, J. M.; TINOCO, I. M. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil): Generalidades sobre o fundo. **Trabalhos Oceanográficos Universidade Federal de Pernambuco**, p.125-148, 1967/9.

- KOECK, B.; PASTOR, J.; LARENIE, L. Evaluation of impact of artificial reefs on artisanal fisheries: need for complimentary approaches. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 59, p. 1–11, 2011.
- KRAJEWSKI, J. P.; BONALDO, R. M.; SAZIMA, C.; SAZIMA, I. The association of the goatfish *Mulloidichthys martinicus* with the grunt *Haemulon chrysargyreum*: an example of protective mimicry. **Biota Neotropica**, v. 4, n. 1, p.1-4, 2004.
- KUMAR, J. S. Y.; GEETHA, S. Fouling communities on ship wreck site in the Gulf of Mannar, India. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, v. 3, n. 3, p. 259–264, 2012.
- LIPPI, D. L. Crepúsculo e noite: Variação na ocupação espacial de peixes associados a um naufrágio em Pernambuco. **Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas**, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 43 p. 2011.
- MANSO, V.; CORREA, I.; GUERRA, N. Morfologia e sedimentologia da Plataforma Continental Interna entre as praias Porto de Galinhas e Campos-Litoral Sul de Pernambuco, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 30, n. 2, p. 17–25, 2003.
- MARANHÃO, H. A. Contextualização, comunidade ictiofaunística, e impacto de mergulhadores em naufrágios de Recife. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 123 p. 2011.
- MOBERG, F.; RÖNNBÄCK, P. Ecosystem services of the tropical seascape: interactions, substitutions and restoration. **Ocean and Coastal Management**, v. 46, p. 27-46, 2003.
- NELSON, J. S.; GRANDE, T.; WILSON, M. V. H. Fishes of the world. 5th Edition, **John Wiley & Sons**, Inc, Hoboken, New Jersey. 2016.
- PEREIRA, P. H. C.; FEITOSA, J. L. L.; FERREIRA, B. P. Mixed-species schooling behavior and protective mimicry involving coral reef fish from the genus *Haemulon* (Haemulidae). **Neotropical Ichthyology**, v. 9, n. 4, p. 741-746, 2011.
- RANDALL, J. E. Food habits of reef fishes of the West Indies. **Studies on Tropical Oceanography**, v. 5, p. 665-847, 1967.
- SANTOS, D. C.; HAZIN, F. V.; FISHER A. F.; FEITOSA, F. N.; ARAÚJO, M. E. The creation of a shipwreck park off the coast of Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n. 1, p. 91–97, 2008.
- SANTOS, L. N.; BROTTTO, D. S.; ZALMON, I. R. Fish responses to increasing distance from artificial reefs on the Southeastern Brazilian Coast. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 386, n. 1–2, p. 54–60, 2010.
- SEAMAN, W. Artificial habitats and the restoration of degraded marine ecosystems and fisheries. **Hydrobiologia**, v. 580, n. 1, p. 143–155, 2007.
- SEAMAN, W. J.; JENSEN, A. C. Purposes and practices of artificial reef evaluation. Em: **Artificial Reef Evaluation: With Application to Natural Marine Habitats**, Editor W. J. Seaman. CRC Press, Florida, p. 1-20, 2000.
- SIMON, T. E. Peixes recifais: comparação entre ambientes artificiais e naturais. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 73 p. 2010.

SIMON, T.; JOYEUX, J. C.; PINHEIRO, H. T. Fish assemblages on shipwrecks and natural rocky reefs strongly differ in trophic structure. **Marine Environmental Research**, v. 90, p. 55–65, 2013.

SIMON, T.; PINHEIRO, H. T.; JOYEUX, J. C. Target fishes on artificial reefs: Evidences of impacts over nearby natural environments. **Science of the Total Environment**, v. 409, n. 21, p. 4579–4584, 2011.

SINOPOLI, M.; CONSOLI, P.; PERZIA, P.; ROMEO, T.; ANDALORO, F. Distribution of fish fauna associated with a shipwreck in the southern Tyrrhenian Sea: Vertical distribution and shipwreck structures. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 31, n. March 2016, p. 96–101, 2015.

SVANE, I.; PETERSEN, J. K. On the problems of epibioses, fouling and artificial reefs, a review. **Marine Ecology**, v. 22, n. 3, p. 169-188, 2001.

TIEN, J. H.; SIMON, A. L.; RUBENSTEIN, D. I. Dynamics of fish shoals: identifying key decision rules. **Evolutionary Ecology Research**, v. 6, p. 555-565, 2004.

WAINWRIGHT, P. C.; BELLWOOD, D. R. Ecomorphology of Feeding in Coral Reef Fishes. **Coral Reef Fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem** (ed. by P.F. Sale). Academic Press, San Diego, CA, p. 33–55, 2002.

APÊNDICE A – Densidade das espécies de peixes.

Tabela de todas as famílias (em ordem alfabética) e espécies de peixes encontradas com suas respectivas categorias tróficas – C.T. (CIM - comedores de invertebrados móveis, ONI – Onívoros, HE – Herbívoros Errantes, CAR – Carnívoros, CIS – Comedores de Invertebrados Sésseis, PIS – Piscívoros e PLC – Planctívoros) e densidade (ind.100m⁻²) (média ± desvio padrão), separadas por naufrágios (Virgo, Bellatrix e Phoenix) e estratos (areia e convés). Destacados em negrito estão os maiores valores de densidade média.

FAMÍLIA	ESPÉCIES	C.T.	DENSIDADE (ind.100m ²) (média ± desvio padrão)					
			VIRGO		BELLATRIX		PHOENIX	
			Areia	Convés	Areia	Convés	Areia	Convés
Acanthuridae	<i>Acanthurus bahianus</i>	HER	0,70 ± 0,89	0,90 ± 0,5	1,83 ± 0,64	1,00 ± 1,36	1,17 ± 1,17	1,75 ± 2,03
	<i>Acanthurus chirurgus</i>	HER	0,80 ± 0,86	1,30 ± 1,28	- -	0,08 ± 0,17	- -	- -
	<i>Acanthurus coeruleus</i>	HER	1,80 ± 1,80	2,00 ± 0,86	1,17 ± 1,58	0,75 ± 1,10	0,42 ± 0,41	0,58 ± 0,57
Aulostomidae	<i>Aulostomus maculatus</i>	PIS	- -	- -	0,08 ± 1,17	- -	- -	- -
Carangidae	<i>Carangoides bartholomaei</i>	PIS	0,20 ± 0,23	- -	2,58 ± 4,95	- -	- -	0,42 ± 0,83
	<i>Caranx crysos</i>	PIS	- -	- -	- -	- -	0,08 ± 0,17	- -
	<i>Caranx latus</i>	PIS	- -	- -	1,67 ± 3,33	- -	2,50 ± 5	- -
	<i>Selar crumenophthalmus</i>	PLC	- -	2,00 ± 4	- -	- -	- -	- -

Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	CIS	0,20 ± 0,4	- -	- -	- -	- -	0,17 ± 0,33
Clupeidae	-	PLC	- -	- -	0,67 ± 1,33	- -	- -	- -
Diodontidae	<i>Diodon holocanthus</i>	CIS	- -	- -	- -	- -	0,08 ± 0,17	- -
Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	ONI	0,30 ± 0,6	3,20 ± 3,92	- -	- -	- -	- -
Epinephelidae	<i>Alphestes afer</i>	CAR	- -	- -	0,08 ± 1,17	- -	- -	- -
	<i>Cephalopholis fulva</i>	CAR	0,70 ± 1,15	1,70 ± 3,4	0,50 ± 1	0,58 ± 1,17	0,17 ± 0,33	0,42 ± 0,83
	<i>Epinephelus adscensionis</i>	CAR	- -	- -	- -	- -	- -	0,08 ± 1,17
	<i>Epinephelus itajara</i>	CAR	- -	- -	- -	- -	0,08 ± 0,17	- -
Ginglymostomatidae	<i>Ginglymostoma Cirratum</i>	CAR	- -	0,60 ± 1,2	- -	- -	- -	- -
Gobiidae	<i>Elacatinus figaro</i>	CIM	- -	0,10 ± 0,2	- -	0,08 ± 0,17	- -	- -
	<i>Ptereleotris randalli</i>	PLC	1,00 ± 2	- -	- -	- -	- -	- -
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	CIM	4,10 ± 2,95	0,80 ± 0,98	0,50 ± 1	0,17 ± 0,33	0,42 ± 0,83	0,25 ± 0,5
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	CIM	325,40 ± 597,62	74,1 ± 135,2	156,4 ± 157,05	64,08 ± 64,20	361,25 ± 538,22	192,92 ± 194,14
	<i>Haemulon parra</i>	CIM	13,90 ± 18,94	- -	0,08 ± 1,17	- -	0,08 ± 0,17	- -
	<i>Haemulon plumierii</i>	CIM	13,60 ± 16,50	3,70 ± 6,88	0,58 ± 0,79	0,17 ± 0,33	0,42 ± 0,32	3,67 ± 6,89

	<i>Haemulon squamipinna</i>	CIM	2,90 ± 4,15	16,0 ± 18,55	3,50 ± 6,56	1,00 ± 2	9,33 ± 8,41	0,25 ± 0,5
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	CIM	0,70 ± 0,95	0,90 ± 0,89	1,08 ± 1,13	0,17 ± 0,33	0,42 ± 0,83	0,67 ± 0,72
	<i>Myripristis jacobus</i>	PLC	1,80 ± 2,82	2,00 ± 1,82	0,17 ± 0,19	0,08 ± 0,17	- -	- -
Labridae	<i>Bodianus rufus</i>	CIM	2,60 ± 0,52	1,10 ± 1,15	0,17 ± 0,33	0,25 ± 0,32	- -	- -
	<i>Halichoeres brasiliensis</i>	CIM	1,10 ± 0,76	- -	0,17 ± 0,33	0,25 ± 0,5	0,33 ± 0,67	- -
	<i>Halichoeres poeyi</i>	CIM	- -	- -	0,25 ± 0,5	- -	- -	- -
	<i>Thalassoma noronhanum</i>	PLC	- -	0,40 ± 0,57	- -	- -	- -	0,08 ± 1,17
Lutjanidae	<i>Lutjanus alexandrei</i>	CAR	0,50 ± 0,6	0,20 ± 0,23	- -	- -	- -	- -
	<i>Lutjanus analis</i>	CAR	0,30 ± 0,38	- -	- -	- -	- -	- -
	<i>Lutjanus jocu</i>	CAR	1,00 ± 0,95	0,30 ± 0,2	- -	0,33 ± 0,38	0,17 ± 0,19	0,42 ± 0,42
	<i>Lutjanus synagris</i>	CAR	1,20 ± 0,73	0,10 ± 0,2	0,33 ± 0,67	- -	0,58 ± 0,96	2,75 ± 5,5
	<i>Ocyurus chrysurus</i>	CAR	0,50 ± 0,38	0,20 ± 0,23	0,25 ± 0,32	0,33 ± 0,47	- -	0,17 ± 0,33
Malacanthidae	<i>Malacanthus plumieri</i>	CAR	0,10 ± 0,2	- -	- -	- -	0,25 ± 0,32	- -
Monacanthidae	<i>Stephanolepis hispidus</i>	ONI	- -	- -	0,08 ± 1,17	- -	- -	- -
Mullidae	<i>Mulloidichthys martinicus</i>	CIM	11,30 ± 10,84	4,50 ± 9	4,42 ± 4,92	9,92 ± 17,89	1,50 ± 2,38	5,83 ± 11,67

	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	CIM	- -	- -	1,75 ± 1,07	0,08 ± 0,17	1,67 ± 1,47	- -
Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus vespertilio</i>	CIM	0,10 ± 0,2	- -	- -	- -	- -	- -
Ostraciidae	<i>Acanthostracion polygonius</i>	ONI	0,25 ± 0,5	- -	- -	- -	- -	- -
	<i>Acanthostracion quadricornis</i>	ONI	0,10 ± 0,2	- -	- -	- -	- -	- -
Pempheridae	<i>Pempheris schomburgkii</i>	PLC	- -	0,30 ± 0,6	3,33 ± 6,67	- -	- -	- -
Pomacanthidae	<i>Holacanthus tricolor</i>	CIS	0,20 ± 0,4	- -	- -	- -	- -	- -
	<i>Pomacanthus paru</i>	CIS	0,70 ± 0,68	0,20 ± 0,23	0,50 ± 0,19	- -	0,25 ± 0,5	0,25 ± 0,5
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	ONI	1,70 ± 0,38	8,70 ± 7,9	0,92 ± 1,62	1,25 ± 2,5	- -	0,58 ± 1,17
	<i>Chromis multilineata</i>	PLC	0,40 ± 0,46	2,40 ± 2,94	1,67 ± 3,33	0,17 ± 0,33	- -	- -
Scaridae	<i>Scarus trispinosus</i>	HER	- -	- -	0,08 ± 1,17	- -	- -	0,08 ± 1,17
	<i>Sparisoma axillare</i>	HER	2,20 ± 3,89	0,30 ± 0,38	0,25 ± 0,32	0,42 ± 0,42	0,58 ± 0,17	0,67 ± 0,82
	<i>Sparisoma frondosum</i>	HER	0,10 ± 0,2	- -	- -	- -	0,08 ± 0,17	- -
Sciaenidae	<i>Odontoscion dentex</i>	CAR	- -	2,00 ± 4	- -	- -	- -	- -
	<i>Pareques acuminatus</i>	CIM	0,20 ± 0,4	- -	0,42 ± 0,83	- -	1,75 ± 3,5	- -
Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i>	HER	- -	0,90 ± 1,8	- -	- -	- -	- -

APÊNDICE B – Frequência de ocorrência das espécies de peixes.

Tabela de todas as famílias (em ordem alfabética) e espécies de peixes encontradas com suas respectivas categorias tróficas – C.T. (CIM - comedores de invertebrados móveis, ONI – Onívoros, HE – Herbívoros Errantes, CAR – Carnívoros, CIS – Comedores de Invertebrados Sésseis, PIS – Piscívoros e PLC – Planctívoros) e frequência de ocorrência, separadas por naufrágios (Virgo, Bellatrix e Phoenix) e estratos (areia e convés).

FAMÍLIA	ESPÉCIES	C.T.	FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA					
			VIRGO		BELLATRIX		PHOENIX	
			Areia	Convés	Areia	Convés	Areia	Convés
Acanthuridae	<i>Acanthurus bahianus</i>	HER	75	100	100	75	75	75
	<i>Acanthurus chirurgus</i>	HER	75	75	-	25	-	-
	<i>Acanthurus coeruleus</i>	HER	100	100	50	50	75	75
Aulostomidae	<i>Aulostomus maculatus</i>	PIS	-	-	25	-	-	-
Carangidae	<i>Carangoides bartholomaei</i>	PIS	50	-	50	-	-	25
	<i>Caranx crysos</i>	PIS	-	-	-	-	25	-
	<i>Caranx latus</i>	PIS	-	-	25	-	25	-
	<i>Selar crumenophthalmus</i>	PLC	-	25	-	-	-	-
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i>	CIS	25	-	-	-	-	25

Clupeidae	-	PLC	-	-	25	-	-	-
Diodontidae	<i>Diodon holocanthus</i>	CIS	-	-	-	-	25	-
Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	ONI	25	50	-	-	-	-
Epinephelidae	<i>Alphesthes afer</i>	CAR	-	-	25	-	-	-
	<i>Cephalopholis fulva</i>	CAR	50	25	25	25	25	25
	<i>Epinephelus adscensionis</i>	CAR	-	-	-	-	-	25
	<i>Epinephelus itajara</i>	CAR	-	-	-	-	25	-
Ginglymostomatidae	<i>Ginglymostoma Cirratum</i>	CAR	-	25	-	-	-	-
Gobiidae	<i>Elacatinus figaro</i>	CIM	-	25	-	25	-	-
	<i>Ptereleotris randalli</i>	PLC	25	-	-	-	-	-
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	CIM	100	50	25	25	25	25
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	CIM	75	50	100	100	100	100
	<i>Haemulon parra</i>	CIM	100	-	25	-	25	-
	<i>Haemulon plumierii</i>	CIM	100	50	50	25	75	75
	<i>Haemulon squamipinna</i>	CIM	50	50	75	25	100	25

Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	CIM	50	75	75	25	25	75
	<i>Myripristis jacobus</i>	PLC	75	75	50	25	-	-
Labridae	<i>Bodianus rufus</i>	CIM	100	100	25	50	-	-
	<i>Halichoeres brasiliensis</i>	CIM	75	-	25	25	25	-
	<i>Halichoeres poeyi</i>	CIM	-	-	25	-	-	-
	<i>Thalassoma noronhanum</i>	PLC	-	50	-	-	-	25
Lutjanidae	<i>Lutjanus alexandrei</i>	CAR	50	50	-	-	-	-
	<i>Lutjanus analis</i>	CAR	50	-	-	-	-	-
	<i>Lutjanus jocu</i>	CAR	100	75	-	50	50	75
	<i>Lutjanus synagris</i>	CAR	100	25	25	-	50	25
	<i>Ocyurus chrysurus</i>	CAR	75	50	50	50	-	25
Malacanthidae	<i>Malacanthus plumieri</i>	CAR	25	-	-	-	50	-
Monacanthidae	<i>Stephanolepis hispidus</i>	ONI	-	-	25	-	-	-
Mullidae	<i>Mulloidichthys martinicus</i>	CIM	75	25	100	50	50	25
	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	CIM	-	-	100	25	75	-

Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus vespertilio</i>	CIM	25	-	-	-	-	-
Ostraciidae	<i>Acanthostracion polygonius</i>	ONI	25	-	-	-	-	-
	<i>Acanthostracion quadricornis</i>	ONI	25	-	-	-	-	-
Pempheridae	<i>Pempheris schomburgkii</i>	PLC	-	25	25	-	-	-
Pomacanthidae	<i>Holacanthus tricolor</i>	CIS	25	-	-	-	-	-
	<i>Pomacanthus paru</i>	CIS	75	50	100	-	25	25
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i>	ONI	100	100	50	25	-	25
	<i>Chromis multilineata</i>	PLC	50	50	25	25	-	-
Scaridae	<i>Scarus trispinosus</i>	HER	-	-	25	-	-	25
	<i>Sparisoma axillare</i>	HER	50	50	50	75	100	50
	<i>Sparisoma frondosum</i>	HER	25	-	-	-	25	-
Sciaenidae	<i>Odontoscion dentex</i>	CAR	-	25	-	-	-	-
	<i>Pareques acuminatus</i>	CIM	25	-	25	-	25	-
Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i>	HER	-	25	-	-	-	-
	<i>Calamus pennatula</i>	CAR	50	-	-	-	-	-

Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	ONI	-	-	25	-	-	-
	<i>Sphyraena guachancho</i>	PIS	-	-	-	-	-	25
Synodontidae	<i>Synodus intermedius</i>	PIS	-	-	50	-	25	25
Tetraodontidae	<i>Canthigaster figueiredoi</i>	CIS	-	-	25	-	25	-
	<i>Sphoeroides greeleyi</i>	PIS	-	-	-	-	-	25